

674
Б28

КНХ

Министерство высшего и среднего специального образования
БССР

БЕЛОРУССКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМЕНИ С.М.ЛИРОВА

Кафедра технологии пиломатериалов

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ПО РАЗДЕЛУ
"ПРОДУКЦИЯ И СЫРЬЕ" КУРСА "ТЕХНОЛОГИЯ
ПИЛОМАТЕРИАЛОВ"

для студентов спец. 0902

Библиотека БГТУ



00000000390912b

Автор - составитель Н. А. Батин

Минск 1983

БДК 674.09 (07)

Рассмотрено и рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом института.

Автор - составитель Н. А. Батин, профессор.
Научный редактор А. А. Янушкевич, доцент.

Рецензенты: Л. З. Лурье, зав. кафедрой лесопильно-строгальных производств АЛТИ, профессор;

Е. Н. Топкаев - ведущий инженер БФИ «Гипрооргсельстрой».

В пособии даны характеристики пилопродукции и пиловального сырья с учетом требований соответствующих ГОСТов, краткие сведения об основных положениях теории раскроя бревен на пиломатериалы, приведены некоторые справочные материалы.

Б 300200000-057 49-83
ИЗДАНИЕ - 83

© Белорусск. ордена Трудового
Красного Знамени технологич.
изд-во им. С. М. Гирова, 1983.

1. ПРОДУКЦИЯ ЛЕСОПИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Основной продукцией лесопильного производства являются пиломатериалы, заготовки, обзол. К дополнительной продукции относится технологическая щепка, вырабатываемая из кусковых отходов лесопиления: горбылей, реек, торцевых отрезков.

1.1. Классификация и характеристика пиломатериалов

Вырабатываемые лесопильной промышленностью пиломатериалы отличаются исключительным многообразием по од, размерам, качества (сортов), способов распиловки и назначения. Так, например, вырабатываемые хвойные пиломатериалы по ГОСТ 8486-66 и ГОСТ 24454-80 делятся на 5 сортов, имеют 106 размерных групп по сечению. Следовательно, только по этим признакам указанные ГОСТы предусматривают выработку пиломатериалов 530 сорторазмерных групп. А если учесть размерные группы по длине, породе, назначение пиломатериалов, то получим чрезвычайно большое число различных сортиментов. Такое разнообразие пиломатериалов обуславливается требованиями народного хозяйства и имеющимся многообразием размеров, пород и качества пиловочного сырья.

Каждая отрасль народного хозяйства предъявляет свои требования на пиломатериалы по размерам, качеству и породе древесины, качеству и характеру обработки в зависимости от дальнейшего назначения и использования пиломатериалов. Это различие в требованиях на пиломатериалы отражается непосредственно на производственно-технологическом процессе лесопильного предприятия.

Учитывая большое разнообразие вырабатываемых пиломатериалов, их классифицируют по следующим признакам.

1. По породам пиломатериалы разделяются на хвойные и лиственные. Основная масса (около 80-90%) продукции лесопильного производства Советского Союза состоит из пиломатериалов хвойных пород (сосна, ель, лиственница и др.). Из лиственных пород используются дуб, бук, береза, осина, ольха и др. Следует отметить, что в общем балансе вырабатываемой пилопродукции доля пиломатериалов лиственных пород за последние годы увеличивается.

2. По назначению пиломатериалы разделяются на экспорт-

ные и внутрисованного потребления. Пиломатериалы внутрисованного потребления в свою очередь делятся на пиломатериалы общего и специального назначения. Последние должны удовлетворять специальным требованиям, предъявляемым со стороны отдельных отраслей потребления (сельхозмашиностроение, судостроение и т.д.).

3. По характеру обработки пиломатериалы подразделяются на обрезные (рис.1з), у которых все четыре стороны пропилены, а размеры обзолов на пластах и кромках не превышают допустимых соответствующими стандартами размеров по сортам пиломатериалов, одностороннеобрезные (рис.1ж), у которых пропилены пласти и одна кромка, и необрезные (рис.1г), у которых пласти пропилены, а кромки не пропилены или пропилены частично, а величины обзолов на пластах и кромках превышают допустимые соответствующими стандартами размеры обзолов в обрезных пиломатериалах.

Обрезные доски, как правило, выпиливаются по пласти прямоугольными, т.е. с параллельными кромками, но они могут быть и с непараллельными, т.е. обрезанными по сбегу.

По принятой терминологии в стандартах на пиломатериалы пласты называются продольные широкие стороны пиломатериалов, а также любая продольная сторона пиломатериалов квадратного сечения. Пласть, обращенная к сердцевине бревна, называется внутренней, а обращенная к периферийной части бревна - наружной. Продольные узкие стороны пиломатериалов называются кромками, а концевые поперечные стороны - торцами. Линии пересечения пластей с кромками называются ребрами. Часть поверхности бревна, оставшаяся на пиломатериалах, называется обзолом. Обзол бывает острым, когда кромки совсем не пропилены (рис.1е), и тупым, когда пропилена только часть кромок досок (рис.1д).

4. По форме и размерам поперечного сечения пиломатериалы в основном делятся на доски, бруски, брусья и обзол.

Пиломатериалы, у которых толщина не более 100 мм, а ширина более двойной толщины, называются досками. Если эти пиломатериалы имеют ширину не более двойной толщины, то они называются брусками.

В зависимости от толщины, доски и бруски делятся на тонкие - толщиной до 32 мм включительно и толстые - толши-

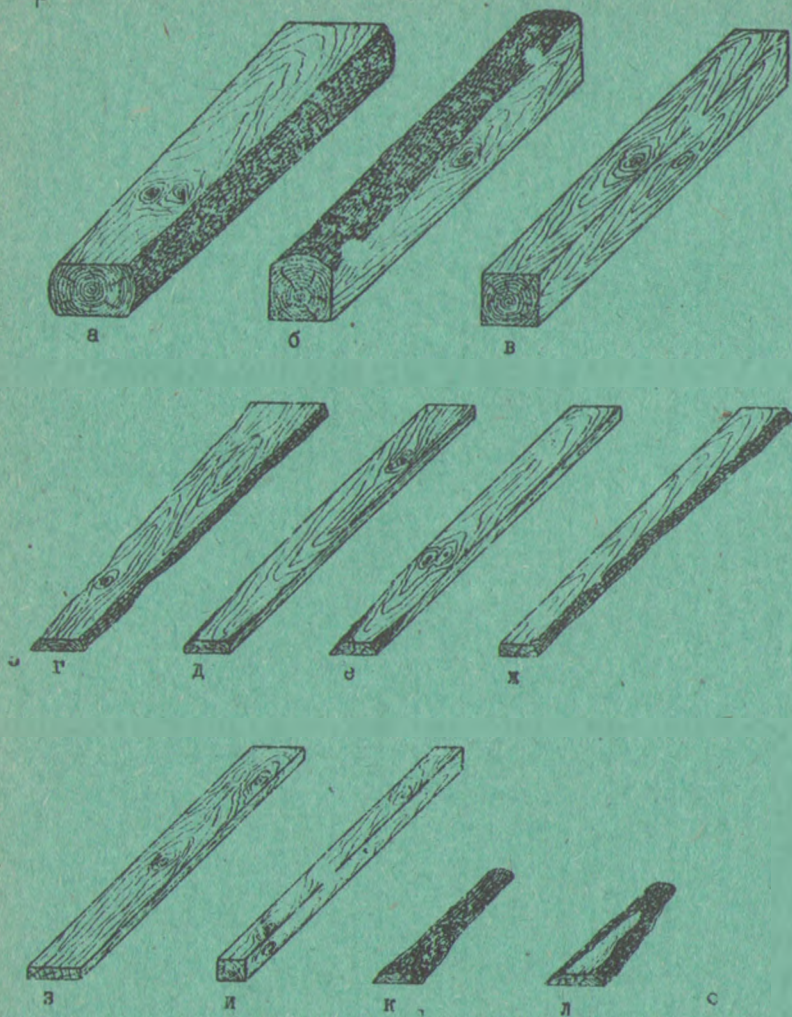


Рис. 1. Основные виды пиломатериалов: а - брус двухкантный; б - брус трехкантный; в - брус четырехкантный; г - доска необрезная; д - доска обрезная с тупым обзолом; е - доска обрезная с острым обзолом; ж - доска одностороннеобрезная; з - доска обрезная; и - брусок; к - брусок торцовый; л - сбавка дощатая.

ной более 32 мм.

Доски и бруски, полученные применительно к заданным размерам и качеству древесины деталей с соответствующими припусками на усушку, строганию и оторцовку называются заготовками.

Брусками называют пиломатериалы, толщина и ширина которых более 100 мм.

В зависимости от формы поперечного сечения бруска могут быть двукантными (рис. 1а), трехкантными (рис. 1б) и четырехкантными (рис. 1в).

Бруска у которых обработаны пилением или фрезерованием две противоположные стороны, называются двукантными, а бруска, у которых обработаны пилением или фрезерованием три или четыре стороны соответственно называются трехкантными или четырехкантными.

Обалол представляет собой пиломатериал, полученный из боковой части бревна, прирезанный по длине и имеющий одну пропиленную, а другую непропиленную или частично пропиленную поверхность (рис. 1к, л).

Обалол бывает горбыльный - с непропиленной наружной поверхностью или пропиленной не более чем на половину длины (рис. 1к) дощатый - с пропиленной наружной поверхностью более чем на половину длины обалола (рис. 1л).

Основные виды пиломатериалов показаны на рис. 1.

5. По качеству древесины, точности и качеству обработки пиломатериалы делятся на сорта, характеристика которых дается в соответствующих стандартах. Принадлежность к тому или иному сорту определяется совокупностью допусковых пороков древесины и дефектов обработки. Наибольшее значение в определении сорта пиломатериалов имеют такие пороки древесины как сучки, гнили и трещины.

6. По местоположению в бревне доски разделяются на сердцевинные. - выпиленные из центральной части бревна или бруса и содержащие сердцевину, центральные - выпиленные две доски из центральной части бревна, в которых сердцевина разделяется пополам, боковые - остальные доски, выпиленные за пределами центральных досок или сердцевинной доски.

7. По расположению пластей относительно годичных слоев древесины различают пиломатериалы тангентальной, радиальной

ги смешанной распиловки. В пиломатериалах тангентальной распиловки пласти досок расположены по касательной к годичным слоям древесины или близко к этому направлению; в пиломатериалах радиальной распиловки пласти досок идут по направлению радиусов (или близким к ним) годичных слоев древесины.

В пиломатериалах смешанной распиловки пласти досок занимают промежуточное положение между тангентальным и радиальным направлениями. Обязательные требования радиальности или тангентальности распила предъявляются только к пиломатериалам специального назначения (авиапиломатериалы, резонансовые, лыжные заготовки и др.)

1.2. Стандарты на основные виды пиломатериалов

Вырабатываемые пиломатериалы должны удовлетворять в отношении размеров, обработки и качества древесины Государственным общесоюзным стандартам (ГОСТ).

Стандарты определяют типы и размеры вырабатываемых пиломатериалов, требования к их качеству и влажности, правила и методы обмера, учета, приемки, маркировки, хранения, транспортировки, способов испытания, точности обработки и других данных.

Государственные общесоюзные стандарты (ГОСТы) обеспечивают повышение качества продукции, улучшение использования сырья и оборудования, ускорение технического прогресса, повышение культуры производства и производительности труда. ГОСТ является законом для всех работников промышленности.

ГОСТ отражает требования, предъявляемые народным хозяйством в необходимых пиломатериалах; с течением времени может изменяться и перерабатываться с учетом новых требований, выдвигаемых развивающимся народным хозяйством и новейшими достижениями в науке, технологии и технике.

1.2.1. Пиломатериалы внутрисоюзного потребления

Пиломатериалы хвойных пород (ГОСТ 8486-66 и ГОСТ 2454-80). ГОСТ 8486-66 и ГОСТ 2454-80 распространяются на обрезные и необрезные пиломатериалы хвойных пород (сосны, ели, лиственницы и кедр).

ГОСТ 2454-80 (взамен ГОСТ 8486-66 разд. I в части размеров) устанавливает требования к размерам пиломатериалов, используемых для нужд народного хозяйства и для поставки на

экспорт. Стандарт не распространяется на резонансные и авиа-
 пионные пиломатериалы, а также на пиломатериалы хвойных по-
 род черноморской сортировки. Номинальные размеры толщины и
 ширины обрезных пиломатериалов с параллельными кромками и
 толщины необрезных и обрезных пиломатериалов с параллельны-
 ми кромками при влажности 20% даны в табл. I.

Т а б л и ц а I

Номинальные размеры поперечных сечений пиломатериалов
 по ГОСТ 24454-80

Толщи- на, мм	Ш и р и н а, мм								
	75	100	125	150	175	200	225	250	275
16	75	100	125	150	-	-	-	-	-
19	75	100	125	150	175	-	-	-	-
22	75	100	125	150	175	200	225	-	-
25	75	100	125	150	175	200	225	250	275
32	75	100	125	150	175	200	225	250	275
40	75	100	125	150	175	200	225	250	275
44	75	100	125	150	175	200	225	250	275
50	75	100	125	150	175	200	225	250	275
60	75	100	125	150	175	200	225	250	275
75	75	100	125	150	175	200	225	250	275
100	-	100	125	150	175	200	225	250	275
125	-	-	125	150	175	200	225	250	-
150	-	-	-	150	175	200	225	250	-
175	-	-	-	-	175	200	225	250	-
200	-	-	-	-	-	200	225	250	-
250	-	-	-	-	-	-	-	250	-

П р и м е ч е н и е. По требованию потребителя допу-
 скается изготавливать пиломатериалы с размерами, не ук-
 азанными в таблице.

Гост 24454-80 предусматривает также изготовление пиломатериалов следующих размеров поперечных сечений:

для экспорта - 63x160; 90x90; 90x125; 50x300; 6x300; 75x300; 100x300 мм. По согласованию с потребителем пиломатериалы указанных поперечных сечений могут изготавливаться для внутреннего рынка; для платформы грузовых автомобилей - 40x180; 70x150 мм; для брызговиков нефтяных вышек - 400x400; 360x360; 200x200; 180x350; 150x300; 300x300 мм; для мостовых брусьев - 200x240; 220x260 мм; для авто- и вагоностроения - шириной 110 и 130 мм.

Ширина необрезных пиломатериалов установлена с градацией 10 мм, причем, наибольшая ширина не ограничивается, а ширина уекой пласти должна быть: для толщин от 16 до 50 мм не менее 50 мм, для толщин от 50 до 100 мм не менее 60 мм и для толщин от 100 до 300 мм не менее 0,6 толщины. Ширина необрезных пиломатериалов определяется как полусумма ширины двух пластей: измеренных посередине длины пиломатериалов, при этом доли до 5 мм не учитываются, а доли 5 мм и более считаются за 10 мм.

Длина пиломатериалов для внутреннего рынка и экспорта установлена от 1,0 до 6,5 м с градацией 0,25 м, для тары - от 0,5 м с градацией 0,1 м и для экспорта от 0,9 до 6,3 м с градацией 0,3 м.

Допускаемые отклонения: по длине +50 и -25 мм; по толщине, при размерах до 32 мм включительно $\pm 1,0$ мм, от 40 до 100 мм включительно $\pm 2,0$ мм, более 100 мм - $\pm 3,0$ мм. По ширине для обрезных пиломатериалов при размерах до 100 мм включительно $\pm 2,0$ мм, более 100 мм - $\pm 3,0$ мм.

В ГОСТ 8486-56 определены технические требования к пиломатериалам хвойных пород, используемых в промышленности, строительстве и изготовлении тары.

В зависимости от наличия пороков древесины и дефектов обработки доски и бруски подразделяются на пять сортов: отборный, 1, 2, 3 и 4-й, а брусья - на четыре сорта: 1, 2, 3 и 4-й. Для каждого сорта пиломатериалов техническими требованиями ГОСТ установлены соответствующие нормы допуска пороков древесины и дефектов обработки. При этом учитываются и учитываются следующие пороки древесины: сучки, трещины, внутренняя腐朽, смолы, трещины, прогнивание, смолы, карманы,

Червоточина, наклон волокон, сердцевина, рак и следующие дефекты обработки пиломатериалов: сбежал (в обрезных пиломатериалах), кривизна, покоробленности (продольная и поперечная), непараллельность пластей и кромок, чистота поверхности и опилке торцов.

Пиломатериалы отборного, 1-го, 2-го и 3-го сортов изготовляют сухими (с влажностью не более 22%), сырыми (с влажностью более 22%) и сырыми антисептированными. Влажность пиломатериалов 4-го сорта не контролируется.

Пиломатериалы лиственных пород (ГОСТ 2695-71, переизданный в 1981 году). Пиломатериалы лиственных пород, вырабатываемые по ГОСТ 2695-71 предназначены для применения в промышленности, строительстве и в производстве тары. В зависимости от качества древесины они делятся на три сорта: 1, 2 и 3-й. Пиломатериалы могут быть обрезные, односторонние обрезные и необрезные. По длине они разделяются на короткие - от 0,5 до 0,9 м, средние - от 1 до 1,9 м и длинные - от 2 до 6,5 м. Размеры пиломатериалов установлены следующие: по длине для твердых лиственных пород от 0,5 до 6,5 м с градацией 0,1 м, а для мягких лиственных пород и березы от 0,5 до 2,0 м с градацией 0,1 м и от 2,0 до 6,5 м с градацией 0,25 м; по толщине от 13 до 100 мм, причем в пределах от 13 до 28 мм с градацией 3 мм (13, 16, 19, 22, 25 и 28), далее 32, от 35 до 80 мм с градацией 5 мм (35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75 и 80) и далее 90 и 100 мм; по ширине обрезные от 60 до 200 мм, причем в пределах от 60 до 110 мм с градацией 10 мм (60, 70, 80, 90, 100 и 110) и далее 130, 150, 180 и 200 мм, а необрезные и односторонние обрезные от 50 и более с градацией через 10 мм. Ширина листовых необрезных и односторонне обрезных пиломатериалов определяется так же, как хвойных необрезных; ширина узкой пласти этих пиломатериалов должна быть не менее 40 мм. Номинальные размеры пиломатериалов по толщине и ширине установлены для древесины влажностью 15%. Пиломатериалы изготовляются из древесины твердых и мягких лиственных пород; дуба, ясеня, бука, клена, граба, вяза, березы, сльхи, осины, тополя и др.

1.2.2. Экспортные пиломатериалы

Пиломатериалы, поставляемые на экспорт, изготавливаются из древесины хвойных пород в метрической мере. В зависимости от рынка сбыта экспортные пиломатериалы вырабатываются по ГОСТ 8486-66 (технические условия) и по ГОСТ 24454-80 (размеры), ТУ 13-316-76, ГОСТ 9302-77Э.

Пиломатериалы, вырабатываемые по ТУ 13-316-76 в зависимости от размеров подразделяются на доски, дилеры и багеты. К доскам относятся пиломатериалы толщиной от 16 до 100 мм, шириной от 100 до 300 мм и длиной от 2,7 м и более. Дилеры - это короткие доски длиной 2,4 м и короче (длинные - от 1,5 до 2,4 м, корстые - от 0,45 до 1,35 м). Багеты - это узкие пиломатериалы толщиной от 16 до 75 мм, шириной от 38 до 75 мм и длиной от 1,5 м и более. Багеты длиной от 1,5 до 2,4 м называются короткими, а 2,7 м и более - длинными.

Длина пиломатериалов установлена от 0,45 до 1,35 м с градацией 0,15 м и от 1,5 м и более с градацией 0,3 м. Номинальные размеры поперечных сечений, установленные для древесины влажностью 20%, приведены в табл.2.

В соответствии с ТУ 13-316-76 пиломатериалы изготавливаются из древесины сосны, ели, пихты, лиственницы и кедра. По качеству древесины, чистоте и правильности обработки они делятся на пять сортов: 1, 2, 3, 4 и 5-й. Сортировка их производится по породам - раздельно, а по сортам на три сортовые группы: бессортные, включающие 1, 2 и 3-й сорта (как они выходят из распиловки), 4-й и 5-й сорт.

Пиломатериалы черноморской сортировки, изготавливаемые по ГОСТ 9302-77Э, в зависимости от размеров подразделяются на нормале, соттомизура, кортаме, морали, полуморали и мадриери. Нормале - широкие доски, размером от 170 до 300 мм; соттомизура - узкие, от 100 до 160 мм; кортаме - короткие пиломатериалы всех сечений; морали - бруски квадратного сечения с размером от 24 до 124 мм; полуморали - бруски прямоугольного сечения; мадриери - толстые пиломатериалы толщиной от 70 до 220 мм.

Нормале, соттомизура, морали и полуморали имеют основной размер по длине - 4,0 м. Дополнительные размеры от 4,25 до 6,5 м с градацией 0,25 м. Кортаме имеет размер по длине от 1,0 до 3,75 м, а мадриери - от 3,0 до 6,5 м с градацией

Таблица 2
 Номинальные размеры поперечных сечений пилотажных по ТУ 13-316-76

Толщина двигателя	Ш и р и н а, мм														
	48	50	63	75	100	115	125	140	150	175	200				
19	(44)	50	63	75	-	100	115	125	140	150	-	175	-	-	-
22	(44)	50	63	75	-	100	115	125	140	150	-	175	200	225	-
25	(44)	50	63	75	-	100	115	125	140	150	-	175	200	225	275
32	(44)	50	63	75	-	100	115	125	140	150	-	175	200	225	275
38	(44)	50	63	75	-	100	115	125	140	150	-	175	200	225	275
44	(44)	(50)	(63)	(75)	-	100	115	125	140	150	-	175	200	225	275
50	(50)	(63)	(75)	(75)	-	100	115	125	140	150	-	175	200	225	275 (300)
53	(63)	(75)	(75)	(75)	-	100	115	125	140	150	-	175	200	225	275 (300)
75	(75)	(75)	(75)	(75)	-	100	115	125	140	150	-	175	200	225	275 (300)
(90)	(90)	(90)	(90)	(90)	-	100	115	125	140	150	-	175	200	225	275 (300)
100	(100)	(115)	(125)	(140)	(150)	-	175	200	225	275	300	-	-	-	-

Б в р о з н

Д с с к и и д и л о н

Примечание. Пилотажные, размеры которых указаны в скобках и другие размеры, допускаются к изготовлению по согласованию сторон.

6,25 м.

Номинальные размеры толщины и ширины обрезных пиломатериалов установлены стандартом для древесины с влажностью 20% (табл. 3).

Пиломатериалы по качеству древесины и ее обработке делятся на бессортные, 4-го и 5-го сортов. Изготавливают из древесины ели, пихты и сосны.

1.3. Припуски на усушку. Номинальные, распиловочные и фактические размеры пиломатериалов

Размеры пиломатериалов не являются стабильными, они изменяются с изменением влажности древесины.

Уменьшение размеров и объема пиломатериалов при понижении их влажности называется усушкой. Усушка древесины в процессе ее высыхания начинается при снижении влажности за пределы насыщения волокон, т.е. за пределы 30-37%. Усушка древесины в различных ее направлениях различна. Наибольшая усушка наблюдается в тангентальном направлении. Усушка в радиальном направлении в 1,5-2 раза меньше, чем в тангентальном. В направлении вдоль волокон усушка ничтожна и в практических расчетах обычно она не учитывается. В связи с усушкой и разбуханием древесины в зависимости от изменения ее влажности размеры пиломатериалов даются и учитываются для сухой древесины, обычно при конечной влажности их 15-22%.

Размеры пиломатериалов, указанные в спецификациях и относящиеся к пиломатериалам, высушенным до требуемой влажности, называются номинальными.

Размеры, которые имеют сырые пиломатериалы после распиловки бревен, называются распиловочными. Распиловочные размеры сырых пиломатериалов должны быть больше номинальных на величину усушки, называемую припуском на усушку. Например, сосновая доска толщиной 40 мм (номинальная) должна иметь припуск на усушку 1,2 мм (табл. 4). Следовательно, распиловочный размер этой доски по толщине должен быть 41,2 мм.

Фактический размер пиломатериалов - это размер пиломатериала при его измерении.

Установление правильных припусков на усушку и их регламентирование имеет большое практическое значение, т.к. заниженные припуски на усушку увеличивают потерю полезной древе-

Т а б л и ц а 3
 Допиленные размеры толщин и ширины пиломатериалов по ГОСТ 9302-77Э

Толщина, мм	Ш и р и н а, мм											
	100	110	120	-	150	170	190	-	220	250	-	
18	-	-	-	-	-	150	170	190	-	220	250	-
22	-	-	120	-	130	-	150	170	190	205	210	220
24*	-	96	100	-	130	-	150	170	190	205	210	220
28*	-	-	-	-	-	-	150	170	190	-	-	220
35	70	-	-	-	-	140	-	-	-	-	-	-
38*	-	76	-	-	-	-	150	170	190	-	-	220
45*	70	90	-	-	-	-	150	170	190	-	-	220
48	-	76	96	100	-	-	150	170	190	-	-	220
58	-	-	-	100	-	-	150	170	190	-	-	220
55(66)*	-	-	-	-	130	-	-	-	205	-	-	-
70	-	-	-	-	-	140	150	-	-	210	-	-
75	-	76	96	-	-	-	-	-	-	-	-	-
86	-	-	96	-	-	-	-	170	190	-	-	220
124	-	-	-	-	124	-	-	-	-	-	-	250
150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	280
220	-	-	-	-	-	-	150	-	-	-	-	280
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	220	-

Примечания: 1. Знак* обозначает, что эти пиломатериалы изготавливают также квадратного сечения. 2. Пиломатериалы, размеры которых не указаны в табл. 3, допускаются изготавливать при наличии заказов Внешнеторгового объединения.

близки и влияют на уменьшение выхода продукции, а заниженные припуски на усушку могут привести к получению после сушки пиломатериалов нестандартных размеров.

Величина припусков на усушку стандартизирована.

В настоящее время действуют два стандарта, устанавливающие припуски на усушку по толщине и ширине пиломатериалов: ГОСТ 6782.1-75 и ГОСТ 6782.2-75. Первый из них распространяется на пиломатериалы хвойных пород, а второй - на пиломатериалы лиственных пород.

Припуском на усушку по длине пиломатериалов пренебрегают из-за малых его размеров. Припуски на усушку, установленные ГОСТ 6782.1-75 для пиломатериалов хвойных пород (ель, сосна, кедр и вихта), получаемых при смешанной и радиальной распиловке при начальной влажности выше 37% и конечной влажности 20%, приведены в табл. 4.

Для пиломатериалов радиальной распиловки припуски на усушку определяются путем умножения величин припусков на усушку, приведенных в табл. 4, на коэффициент 0,6.

Т а б л и ц а 4

Номинальные размеры толщины и ширины пиломатериалов, мм	Припуск на усушку, мм	Номинальные размеры толщины и ширины пиломатериалов, мм	Припуск на усушку, мм
1	2	3	4
16	0,6	100	2,8
19	0,6	110	3,0
22	0,7	115	3,2
25	0,8	125	3,4
32	1,0	130	3,6
38	1,2	140	3,8
40	1,2	150	3,9
44	1,4	175	4,4
50	1,5	200	4,9
60	1,8	225	5,6
63	1,9	250	6,2
75	2,3	275	6,6
80	2,4	300	7,1

1.4. Измерение пиломатериалов

Пиломатериалы измеряются в метрических мерах. Толщина и ширина измеряются в миллиметрах, а длина - в метрах. Объем пиломатериалов учитывается в кубических метрах и определяется по номинальным размерам без учета припуска на усушку по ГОСТ 5306-64. Объем пиломатериалов тех размеров, которые отсутствуют в ГОСТ 5306-64, определяется по номинальным размерам этих пиломатериалов. Правила измерения пилопродукции изложены в ГОСТ 6564-79.

Длина пиломатериалов измеряется по наименьшему расстоянию между торцами, толщина и ширина обрешных с параллельными кромками - в любом месте их длины, где нет обзола, но не ближе 150 мм от торца. Ширина необрешных и односторонне обрешных пиломатериалов измеряется посередине их длины (без учета коры) и определяется как полусумма ширины обеих властей, причем величины менее 5 мм не учитываются, а величины 5 мм и более считаются за 10 мм.

Правила учета объема необрешных досок хвойных и лиственных пород устанавливаются ГОСТ 13-24-82, который предусматривает три способа учета объема: пакетный, поштучный и способ выборок.

Пакетный способ учета заключается в определении объема отдельных пакетов досок, поштучный - в определении объема каждой доски и суммировании этих объемов, а способ выборок - в определении объема выборок досок или пакетов с распространением средних результатов на всю партию.

При поштучном способе учета объема необрешных досок измеряются их размеры, причем толщина принимается номинальная, соответствующая стандартному размеру, а ширина принимается фактическая, определяемая в соответствии с ГОСТ 6564-79, как было указано выше. Объем необрешной доски с влажностью более 20% (по отношению к массе абсолютно сухой древесины) находится путем умножения объема, вычисленного по размерам толщины (номинальная), ширины (фактическая) и длины доски, определенным в соответствии с указанными положениями измерения необрешных досок, на поправочный коэффициент, учитывающий усушку по ширине доски, равный: для хвойных пород - 0,96; для лиственных пород - 0,95.

Для определения объема необрезных досок с влажностью даль и ниже (по отношению к массе абсолютно сухой древесины) поправочные коэффициенты не применяются.

Пример. Найти объем необрезной доски хвойных пород, высотой толщину 25 мм (минимальная), ширику 220 мм (фактическая) и длину 5,0 м.

По данным размеров доски из таблицы объемов пиломатериалов (ГОСТ 5306-64) находим ее объем - $0,0275 \text{ м}^3$.

Объем этой же доски при влажности 20% (по отношению к массе абсолютно сухой древесины) будет равен:

$$0,0275 \times 0,96 = 0,0264 \text{ м}^3,$$

где 0,96 - поправочный коэффициент по влажности для досок хвойных пород.

Для подсчета объема партии необрезных досок целесообразнее умножить на поправочный коэффициент по влажности суммарный объем всех сырых досок, не производя таких вычислений для отдельных досок.

Следует отметить, что полученный способ учета объема необрезных досок используется при расчете поставок на необрезные доски. Пример такого расчета поставок дается в приложении.

1.5. Спецификация пиломатериалов

Каждая отрасль народного хозяйства (потребитель) предъявляет спрос на пиломатериалы определенных размеров и качества и в определенных их количествах.

Удовлетворение предъявленного народного хозяйством спроса на спецификационные пиломатериалы требует, чтобы каждый лесозаготовительный завод работал по производственным заданиям, определяющим не только объем выпуска пиломатериалов, но и их размеры, качество, породу, соотношение и соотношение между ними.

Такая развернутая характеристика вырабатываемой пиломатериалов дается в соответствующих спецификациях, которые выданы лесозаготовительным заводам для выполнения.

Спецификацией пиломатериалов называется ведомость, в которой дается распределение полученных пиломатериалов или подлежащих выработке по породам, размерам, качеству, наименованию с указанием их количества и соотношения между ними.

В зависимости от назначения вырабатываемых пиломатериалов спецификации составляются по различным формам.

Одна из возможных форм подробной спецификации может быть следующей (табл. 5).

Т а б л и ц а 5

Спецификация пиломатериалов

Порода	Назначение	Сорт	Размеры досок			Количество, м ³	Процентное соотношение досок по объему, %
			толщина, мм	ширина, мм	длина, м		

Спецификация пиломатериалов иногда дается по шахматной форме (табл. 6).

Т а б л и ц а 6

Спецификация пиломатериалов на 1000 м³

Порода
 Назначение Сорт по ГОСТ

Толщина, мм	Ш и р и н а, мм					Итого, м ³
	175	150	125	100	75	
Количество пиломатериалов, м ³						
50	130,0	-	174,0	-	-	304,0
40	-	195,0	-	-	-	195,0
32	58,0	204,0	-	-	-	262,0
25	-	-	-	136,0	-	136,0
19	-	-	29,0	34,0	40,0	103,0
Всего:	188,0	399,0	203,0	170,0	40,0	1000,0

1.6. Средние размеры пиломатериалов

Многие спецификации пиломатериалов имеют большое количество размеров по толщине и ширине. Это многоразное количество размеров затрудняет анализ спецификаций, их сравнение и выполнение ряда предварительных или укрупненных расчетов.

Для краткой размерной характеристики спецификаций пользуются средними размерами (толщины и ширины) пиломатериалов, позволяющими значительно проще решать все вышеуказанные

Вопросы.

При определении средней толщины и средней ширины пиломатериалов, данную спецификацию лучше представить в шахматной форме (табл. 7).

Т а б л и ц а 7

Толщина, мм	Ширина, мм	Объем пиломатериалов, м ³				Всего
		δ_1	δ_2	...	δ_n	
a_1		q_{11}	q_{12}	...	q_{1n}	q_1
a_2		q_{21}	q_{22}	...	q_{2n}	q_2
⋮		⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
a_n		q_{n1}	q_{n2}	...	q_{nn}	q_n
Итого		Q_1	Q_2	...	Q_n	Q

Средняя толщина и ширина пиломатериалов данной спецификации определяется по формулам:

$$a_{cp} = \frac{Q}{\frac{q_1}{a_1} + \frac{q_2}{a_2} + \dots + \frac{q_n}{a_n}} \quad (1)$$

$$b_{cp} = \frac{Q}{\frac{Q_1}{b_1} + \frac{Q_2}{b_2} + \dots + \frac{Q_n}{b_n}} \quad (2)$$

где a_{cp} - средняя толщина пиломатериалов, мм; Q - объем всех пиломатериалов данной спецификации, м³; q_1, q_2, \dots, q_n - объем пиломатериалов в м³, имеющих соответственно толщину a_1, a_2, \dots, a_n ; a_1, a_2, \dots, a_n - толщина пиломатериалов, мм; b_{cp} - средняя ширина пиломатериалов, мм; Q_1, Q_2, \dots, Q_n - объем пиломатериалов в м³, имеющих соответственно ширину b_1, b_2, \dots, b_n ; b_1, b_2, \dots, b_n - ширина пиломатериалов, мм.

Пример. Определить среднюю толщину и ширину пиломатериалов спецификации, данной в табл. 6.

По формулам (1) и (2) определяем

$$d_{\text{ср}} = \frac{1000}{\frac{304}{50} + \frac{195}{40} + \frac{262}{32} + \frac{136}{25} + \frac{103}{19}} = 33,3 \text{ мм.}$$

$$b_{\text{ср}} = \frac{1000}{\frac{188}{175} + \frac{399}{150} + \frac{203}{125} + \frac{170}{100} + \frac{40}{75}} = 132 \text{ мм.}$$

2. СЫРЬЕ ЛЕСОМАТЕРИАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Сырьем для лесоматериального производства служат круглые лесоматериалы, предназначенные для выработки пиломатериалов и удовлетворяющие по размерам и качеству требованиям ГОСТ. Эти круглые лесоматериалы называются пиловочными бревнами или краями.

Требования к размерам и качеству пиловочного сырья увязываются с соответствующими требованиями на вырабатываемую пиломатериальную продукцию.

Пиловочное сырье заготавливается из древесины хвойных пород (сосна, ель, лиственница, кедр и пихта) и лиственных пород (дуб, ясень, бук, береза, осина, ольха и др.).

Пиловочное сырье хвойных пород составляет наибольший удельный вес в общем балансе (80-90%), а сырье лиственных пород составляет всего лишь 10-20%.

Однако за последние годы удельный вес лиственных пород в общем балансе пиловочного сырья возрастает. Так, на лесоматериально-деревообрабатывающих предприятиях БССР пиловочное сырье лиственных пород составляет свыше 30%.

2.1. Форма и измерение бревен

Форма бревен. Пиловочные бревна по своей форме весьма разнообразны. Однако большое количество бревен, поступающее при раскряженике деловой части хлыста, приближается по форме к усеченному параболоиду или к усеченному конусу.

Следует отметить, что объем бревен, приравненных к усеченному параболоиду вращения, по сравнению с объемом бревен, приравненных к усеченному конусу, дает незначительное превышение, которое составляет в среднем 0,35-1,12%. Учитывая это, в проектных расчетах объемов бревен принимается за усеченный конус, а при учете лесороссов, связанных с теорией раскряженики, для определения действительных объемов бревен

уподобляется усеченному параболоиду вращения.

Форма и измерение поперечных сечений бревна. Поперечные сечения бревна так же разнообразны, но они по форме близки к кругу или эллипсу. Площади поперечных сечений окоренных бревен, исчисленные по формулам эллипса и круга, близки к истинным площадям и отличаются от них в среднем на 0,5-1%. Учитывая это при измерении толщины бревен, которая определяется диаметром торцевого сечения, форму торца принимают за круг. Диаметр бревен измеряется в их вершинном торце без коры.

В связи с тем, что вершинный торец обычно не представляет правильного круга, то за учетный диаметр его в соответствии с ГОСТ 2292-74 принимается диаметр, равный половине суммы наибольшего и наименьшего диаметров.

Если диаметр лесоматериалов измеряется с точностью до 2 см (лесоматериалы толщиной 14 см и более), то доли менее 1 см в расчет не принимаются, а 1 см и более приравниваются к ближайшему четному числу в пользу округления. Например, в соответствии с этим положением размеры от 19 до 20,9 см включительно принимаются за 20 см; от 21 до 22,9 включительно — за 22 см и т.д.

Если диаметр лесоматериалов измеряется с точностью до 1 см (лесоматериалы толщиной до 13 см включительно), то доли менее 0,5 см в расчет не принимаются, а 0,5 см и более приравниваются к 1 см. Например, к диаметру 13 см относятся лесоматериалы с диаметром вершинного торца 12,5-13,4 см.

Принятие положений в измерении диаметров бревен учитывает на возможные отклонения фактических размеров толщины бревен от учетных и приводит к некоторым ошибкам в определении их объема. Однако при массовом измерении бревен эти ошибки будут иметь положительное и отрицательное значение и фактический их объем практически будет совпадать с учетным.

Сбег бревен. Характерной особенностью формы бревен является уменьшение их диаметра бревна от комля к вершине. Изменение диаметра бревна, приходящееся на 1 метр его длины, называется сбегом.

Величина сбega зависит от толщины бревен и от условий произрастания деревьев, из которых получены бревна. Средний сбег бревна определяется как отношение разницы между диа-

Диаметры концевых и верхнего торцов бревна к его длине,
г.с.

$$c = \frac{D - d}{L}, \quad (3)$$

где D и d - диаметры концевых и верхнего торцов бревна, см; L - длина бревна, м.

При расчете поставок сбег бревен обычно принимают равным I см/м.

Учитывая, что значение среднего сбega различно и оно зависит от размеров бревен, то такое допущение может привести к неточностям в расчете поставок. Значения среднего сбega в зависимости от размеров бревен с наибольшей достоверностью отражает таблица объемов круглых лесоматериалов (ГОСТ 2708-75). Отметим, что эта таблица была составлена опытным путем на основе детальных обмеров большого количества бревен с измерением их диаметров через I или 2 м, определением объема каждого бревна по сложным формулам лесной таксации и математической обработки полученных результатов.

Средний сбег, заложенный в таблицах объемов бревен (ГОСТ 2708-75) рекомендуется определять по формуле

$$c = \frac{\sqrt{\frac{80000 \cdot V}{\pi L}} - d^2 - d}{L}, \quad (4)$$

где V - объем бревен по ГОСТ 2708-75, м³; d - диаметр верхнего торца бревна, см; L - длина бревна, м.

Значения c , подсчитанные по формуле (4), приведены в табл. 8.

Таблица 8

Диаметр бревна, см	Средний сбег, см/м для бревен длиной			Диаметр бревна, см	Средний сбег, см/м для бревен длиной		
	4 м	5 м	6 м		4 м	5 м	6 м
I	2	3	4	5	6	7	8
14	0,60	0,66	0,68	34	1,45	1,20	1,08
16	0,58	0,68	0,67	36	1,50	1,20	1,15
18	0,75	0,74	0,70	38	1,50	1,30	1,18
20	0,98	0,76	0,67	40	1,43	1,32	1,16

Продолжение табл. 8

1	2	3	4	5	6	7	8
22	0,88	0,84	0,77	42	1,53	1,32	1,30
24	0,90	0,86	0,78	44	1,55	1,40	1,32
26	1,05	0,98	0,88	46	1,70	1,54	1,37
28	1,15	1,04	0,95	48	1,80	1,52	1,37
30	1,18	1,04	1,03	50	1,85	1,60	1,52
32	1,35	1,14	1,06	52	2,00	1,72	1,60

Коэффициентом сбега бревен (K) называется отношение диаметра комлевого торца бревна (D) к диаметру верхнего торца (d), т.е.

$$K = \frac{D}{d} = \frac{d + cl}{d} \quad (5)$$

Коэффициент сбега, зависящий от величины сбега и длины бревна, характеризует превышение диаметра комлевого торца бревна над диаметром верхнего торца, оказывает влияние на объем бревна и на объемный выход обрезной пилопродукции.

Цилиндрическая и сбеговая зоны бревна. Для оценки возможности использования древесины объем бревна разделяют на две части: боковую периферийную, так называемую зону сбега, и центральную цилиндрическую, куда входит зона цилиндра, за основание которого принимается верхний торец бревна. Следовательно, объем бревна можно выразить следующей формулой

$$V = V_{ц} + V_{сб} \quad (6)$$

где V - объем бревна; $V_{ц} = \pi d^2 L / 4$ - объем цилиндрической части бревна, который принято называть цилиндрической кубатурой; $V_{сб}$ - объем зоны сбега бревна.

Объем бревна, приравненного по форме к усеченному параболоиду вращения, определяется по формуле

$$V = \frac{\pi l}{4l} \left(\frac{D^2 + d^2}{2} \right) l \quad (7)$$

Заменяя в формуле (7) $D = Kd$, получим

$$W = \frac{\pi d^2}{41} L \left(\frac{K^2 + 1}{2} \right) \quad (8)$$

Формула (8) показывает, что объем бревна зависит не только от его длины и диаметра верхнего торца, но и от коэффициента сбегая: с увеличением коэффициента сбегая объем бревна увеличивается. Это увеличение происходит за счет зоны сбегая. Объем зоны сбегая бревна в данном случае определяется:

$$V_{cb} = V - V_u = \frac{\pi d^2}{41} L \left(\frac{K^2 + 1}{2} \right) - \frac{\pi d^2}{41} L \left(\frac{K^2 - 1}{2} \right) \quad (9)$$

Объем зоны сбегая в процентах от всего объема бревна составит:

$$A_{cb} = \frac{V_{cb}}{W} \cdot 100 = \frac{K^2 - 1}{K^2 + 1} \cdot 100 \quad (10)$$

Процент цилиндрической кубатуры от всего объема бревна будет следующий:

$$A_u = \frac{V_u}{V} \cdot 100 = \frac{200}{K^2 + 1} \quad (11)$$

Из формулы (10) и (11) следует, что доля зоны сбегая и доля цилиндрической кубатуры в процентах от объема бревна зависит только от коэффициента сбегая K , с увеличением его доля зоны сбегая увеличивается, а доля цилиндрической кубатуры уменьшается.

Значения A_{cb} и A_u , подсчитанные по формулам (10) и (11), данные в табл. 9.

Т а б л и ц а 9

$K = D/d$	1,1	1,2	1,3	1,4
$A_u, \%$	90,5	82,0	74,4	67,6
$A_{cb}, \%$	9,5	18,0	25,6	32,4

Данные табл. 9 указывают на значительный процент зоны сбегая от общего объема бревна. Отметим, что зона сбегая бу-

дет практически одинакова для бревен, приравненных как к усеченному параболоиду, так и к усеченному конусу. Следует указать, что выход обрезных пиломатериалов из цилиндрической части бревна в среднем составляет около 74% от своего объема, а зона сбегоа дает выход только 11-22% от своего объема. Следовательно, приведенные данные в табл. 9 о процентном соотношении объема цилиндрической кубатуры и зоны сбегоа позволяют оценивать влияние коэффициента сбегоа бревен на выход обрезных пиломатериалов.

Таблица объемов бревен (ГОСТ 2708-75). При обмере и учете пиловочного сырья объем бревен определяется по ГОСТ 2708-75 в зависимости от диаметра верхнего торца и длины бревна (табл. 10).

Т а б л и ц а 10

Объем пиловочных бревен (по ГОСТ 2708-75)

Диаметр бревна, см	Объем бревен, м ³ при его длине, м					
	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
1	2	3	4	5	6	7
14	0,073	0,084	0,097	0,110	0,123	0,135
16	0,095	0,110	0,124	0,140	0,155	0,172
18	0,120	0,138	0,156	0,175	0,194	0,21
20	0,147	0,170	0,190	0,21	0,23	0,26
22	0,178	0,20	0,23	0,25	0,28	0,31
24	0,21	0,24	0,27	0,30	0,33	0,36
26	0,25	0,28	0,32	0,35	0,39	0,43
28	0,29	0,33	0,37	0,41	0,45	0,49
30	0,33	0,38	0,42	0,47	0,52	0,56
32	0,38	0,43	0,48	0,53	0,59	0,64
34	0,43	0,49	0,54	0,60	0,66	0,72
36	0,48	0,54	0,60	0,67	0,74	0,80
38	0,53	0,60	0,67	0,74	0,82	0,90
40	0,58	0,66	0,74	0,82	0,90	0,99
42	0,64	0,73	0,81	0,90	1,00	1,08
44	0,70	0,80	0,89	0,99	1,09	1,20
46	0,77	0,87	0,98	1,08	1,19	1,30
48	0,84	0,95	1,06	1,18	1,30	1,41
50	0,91	1,03	1,15	1,28	1,41	1,54
52	0,99	1,12	1,25	1,39	1,53	1,67

следует отметить, что эта таблица составлена для определения объемов бревен при массовом обмере и учете пиловочного сырья, т.к. указанные в ней объемы являются средними данной размерной группы.

При измерении отдельных бревен из-за различия збога у них могут быть значительные (до $\pm 15-30\%$) отклонения фактического объема от табличного.

2.2. Качество пиловочного сырья и основные сортообразующие пороки

Качество пиловочного сырья характеризуется наличием пороков древесины, их распространением и степенью развития. При определении качества пиловочного сырья учитываются и нормируются следующие основные пороки древесины: сучки, грибные поражения, червоточина, трещины, кривизна, наклон волокон, двойная сердцевина и др.

Деление пиловочного сырья на сорта увязывается с качественным составом пиломатериалов, получаемых из этого сырья, т.е. учитывает влияние отдельных пороков древесины в пиловочном сырье, их сочетания и насыщенности на качество получаемой пилопродукции. Нормы допускаемых пороков древесины по каждому сорту бревен даются в ГОСТах на круглые лесоматериалы.

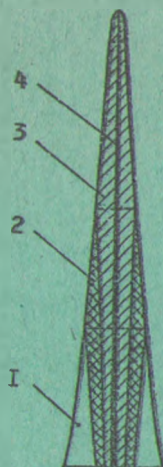
Основным пороком, снижающим качество пиловочного сырья и получаемых пиломатериалов, являются сучки. Влияние на сортность пиломатериалов остальных пороков незначительно. Однако наличие в пиловочном сырье таких пороков древесины, как кривизна, трещины, гнили и другие вызывает снижение количественного выхода пиломатериалов.

Основной сортообразующий порок древесины - сучки, являются неизбежным биологическим пороком, обусловленным процессом и условиями роста дерева.

Закономерность и распространение сучков в деревьях определяет качественную структуру бревен по месту их вырезки из хлыста и зонам торца в них.

Схема, отражающая общую закономерность распространения сучков в стволе дерева, показана на рис. 2.

Для оценки и характеристики бревен по качеству древесины они в зависимости от места вырезки из хлыста подразделяются на комлевые, средние и верхние, получаемые соот



ственно из комлевой, средней и вершинной части хлыста. Такое разделение бревен имеет практическое значение, т.к. оно предполагает однородность бревен по насыщенности и распространению сучков, а следовательно, и более рациональный раскрой и лучшее использование пиловочного сырья.

Рис. 2. Схема расположения сучков в стволе дерева: I - бессучковая зона; 2 - зона отмерших сучков; 3 - зона здоровых сросшихся с древесиной сучков; 4 - сердцевина.

Из рис. 2 видно, что комлевые бревна будут иметь три зоны качества (бессучковую или малосучковую, зону отмерших сучков и зону сросшихся здоровых сучков), средние - две зоны (зона отмерших сучков и зона сросшихся здоровых сучков) и вершинные - одну зону (зона сросшихся здоровых сучков). Количество сучков, приходящихся на единицу длины ствола дерева увеличивается от комля к вершине. Следовательно, вершинные бревна будут иметь наибольшее количество сучков, приходящееся на единицу длины бревна, а комлевые - наименьшее. При этом количество сучков в комлевых и средних бревнах уменьшается от центра к периферии, а в вершинных бревнах остается одинаковым. Такое распределение сучков внутри бревна указывает, что качество древесины комлевых и средних бревен, а следовательно, и качество получаемых из них пиломатериалов будет повышаться от центра к периферии. Перифериял бессучковая зона комлевых бревен является наиболее качественной и используются для получения специальных высококачественных пиломатериалов.

2.3. Стандарты на пиловочные бревна

На круглые лесоматериалы, предназначенные для использования в разных отраслях промышленности и строительства, действует унифицированные стандарты: ГОСТ 9463-72 Лесоматериалы круглые хвойных пород. Размеры и технические требования

й ГОСТ 9462-71. Лесоматериалы круглые лиственных пород. Размеры и технические требования. Указанные стандарты распространяются на круглые лесоматериалы, используемые для распиловки, строгания, лущения, выработки целлюлозы и древесной массы, а также и на лесоматериалы, используемые в круглом виде. По толщине круглые лесоматериалы всех пород, вырабатываемые по ГОСТ 9463-72 и ГОСТ 9462-71, делятся на три группы: мелкие - от 6 до 13 см (хвойные породы) и от 8 до 13 см (лиственные породы) с градацией в 1 см; средние - от 14 до 24 см и крупные - от 26 см и более с градацией в 2 см. Крупные и средние лесоматериалы хвойных и лиственных пород в зависимости от качества древесины и дефектов обработки разделяются на четыре сорта: I; 2; 3; и 4-й, а мелкие на два сорта: 2 и 3-й.

Что касается пиловочных бревен, то толщина их в верхнем торце установлена от 14 см и выше. Длина бревен, из которых вырабатывают пиломатериалы для машиностроения, строительства, мебели и других назначений установлена: для хвойных пород - от 4 до 6,5 м с градацией в 0,5 м, для лиственных пород, кроме дуба, бука, ясеня и клена - не менее 3 м с градацией в 0,5 м и для дуба, бука, ясеня и клена - не менее 1 м с градацией в 0,1 м.

По качеству древесины эти бревна разделяются на четыре сорта: I; 2; 3 и 4-й.

Длина бревен хвойных пород для выработки экспортных пиломатериалов северной и балтийской сортировки (ТУ 13-316-76) установлена от 3,9 до 7,5 м с градацией в 0,3 м, а для выработки пиломатериалов черноморской сортировки (ГОСТ 9302-77) - от 4 до 8 м с градацией в 0,25 м. По качеству древесины они разделяются на три сорта: I; 2 и 3-й.

Бревна по длине должны иметь припуск от 3 до 6 см.

Бревна для выработки авиационных, резонансных, карандашных, палубных, шлопочных, обшивочных, тарных и некоторых других пиломатериалов будут иметь другие размерно-сортовые характеристики.

2.4. Спецификация пиловочного сырья и определение средних размеров бревен

Пиловочное сырье, поступающее на лесопильные заводы, характеризуется большим разнообразием размеров по толщине и

длине, породам древесины и сортности. Для правильной организации и планирования работы лесопильного завода, для выполнения ряда технических и технологических расчетов (производительности лесопильного оборудования, подъемно-транспортных машин, составления планов раскряж бревен и т.д.) необходимо иметь подробные сведения о пиловочном сырье, характеризующие количество и распределение его по размерам, породам, сортам и назначению.

Документ (ведомость), содержащий такие подробные сведения о характеристике и соотношении бревен, поступающих на лесопильные заводы или находящиеся в данной партии, по породам, размерам, сортам и назначению, называется спецификацией пиловочного сырья.

Для общей размерной характеристики пиловочного сырья, анализа сырьевой спецификации и для решения ряда производственных вопросов пользуются средними размерами бревен данной спецификации пиловочного сырья.

Расчет средних размеров бревен данной сырьевой спецификации сводится к определению среднего объема, средней длины и среднего диаметра.

Средний объем $V_{ср}$ и среднюю длину $L_{ср}$ бревна определяют по формулам:

$$V_{ср} = \frac{V_1 \cdot n_1 + V_2 \cdot n_2 + \dots + V_m \cdot n_m}{n_1 + n_2 + \dots + n_m}, \quad (I2)$$

$$L_{ср} = \frac{L_1 \cdot n_1 + L_2 \cdot n_2 + \dots + L_m \cdot n_m}{n_1 + n_2 + \dots + n_m}, \quad (I3)$$

где V_1, V_2, \dots, V_m - объем одного бревна данной длины и данного диаметра, м³; n_1, n_2, \dots, n_m - количество соответствующих бревен, шт; L_1, L_2, \dots, L_m - длина бревна данного объема, м.

Найдя $V_{ср}$ и $L_{ср}$, по таблицам объемов круглых лесоматериалов (ГОСТ 2708-75) определяют средний диаметр $d_{ср}$.

Средний диаметр бревна можно определить и по формуле

$$d_{\text{ср}} = \sqrt{\frac{d_1^2 \cdot n_1 + d_2^2 \cdot n_2 + \dots + d_m^2 \cdot n_m}{n_1 + n_2 + \dots + n_m}} \quad (14)$$

В тех случаях, когда средний диаметр бревен нужен как показатель линейной величины, не связанной с объемом бревна, можно пользоваться для определения средневзвешенной величины диаметра формулой

$$d_{\text{ср}} = \frac{d_1 \cdot n_1 + d_2 \cdot n_2 + \dots + d_m \cdot n_m}{n_1 + n_2 + \dots + n_m} \quad (15)$$

Пример. Определить средний объем $V_{\text{ср}}$ и средний диаметр $d_{\text{ср}}$ данной партии бревен, спецификация которой на 100 м³ приведена в табл. II. Средняя длина бревен 6 м.

Т а б л и ц а II

Диаметр бревен, см	Распределение бревен по диаметрам, м ³	Объем бревна по ГОСТ 2708-75	Количество бревен, шт.
1	2	3	4
14	12,3	0,123	100
24	68,3	0,33	207
32	19,4	0,59	33
Итого	$\Sigma V = 100$		$\Sigma n = 340$

Для определения $V_{\text{ср}}$ и $d_{\text{ср}}$ необходимо знать количество бревен по каждому диаметру. Для этого по диаметрам и длине бревен находим по таблице ГОСТ 2708-75 (табл. I0) их объемы. Найденные значения заносим в графу 3 табл. II. Разделив данные графы 2 на значения графы 3, получим количество бревен по каждому диаметру, которое заносим в графу 4.

По формуле (12) определяем $V_{\text{ср}}$

$$V_{\text{ср}} = \frac{\Sigma V}{\Sigma n} = \frac{100}{340} = 0,294 \text{ м}^3$$

По $V_{\text{ср}} = 0,294 \text{ м}^3$ и $L_{\text{ср}} = 6,0 \text{ м}$ по таблице ГОСТ 2708-75 (табл. I0) находим $d_{\text{ср}}$. В графе, соответствующей длине бревен $L = 6,0 \text{ м}$ находим, что объем $V = 0,294 \text{ м}^3$ лежит между диаметрами 22 и 24 см. Интерполируя, находим, что $d_{\text{ср}} \approx 23 \text{ см}$.

Определим $d_{ср}$ по формуле (14)

$$d_{ср} = \sqrt{\frac{14^2 \cdot 100 + 24^2 \cdot 207 + 32^2 \cdot 33}{340}} = 22,5 \text{ см.}$$

2.5. Маркировка бревен

Пилоочные бревна, поступающие на лесопильные заводы, должны иметь условные обозначения (марки), указывающие назначение (название сортимента), сорт и диаметр бревен. Эти условные обозначения (марки) наносятся на вертикальные торцы бревен водостойкими красками (при поставке сылом) или красками и мелками, стойкими к атмосферным воздействиям.

Маркировка пиловочных бревен производится поштучно в пунктах раскряжевки хлыстов в соответствии с требованиями ГОСТ 2292-74. При маркировке диаметр бревен указывается в сантиметрах и обозначается арабскими цифрами, причем на торец бревна наносится только последняя цифра. Например, диаметры 16, 26, 36 см и т.д. маркируются одной цифрой 6, т.к. десятки сантиметров легко различаются на глаз.

Сорта бревен обозначаются арабскими или римскими цифрами: I или I - первый сорт, 2 или II - второй сорт и т.д.

Бревна для выработки авиационных пиломатериалов маркируются буквой А, для выработки резонансных пиломатериалов - Р, для выработки пиломатериалов, поставляемых на экспорт - Э.

На бревна для выработки пиломатериалов для машиностроения и других назначений обозначение сортимента не наносится.

Если в авиационном или резонансном пиловочнике наряду с зоной древесины, отвечающей техническим требованиям указанных специальных сортиментов (кондиционная часть), имеется по торцу зона, не отвечающая этим требованиям (некондиционная часть), то допускается поставка этого пиловочника в комбинированном виде и обе части учитываются отдельно.

При маркировке пиловочника, поставляемого в комбинированном виде по толщине сортиментов, на кондиционную часть, отделенную чертой, наносятся обозначения соответствующего сортимента (например, авиалиловочника) и диаметра, на некондиционную часть - только сорта. Примеры маркировки пиловочных бревен и краей даны на рис. 3.

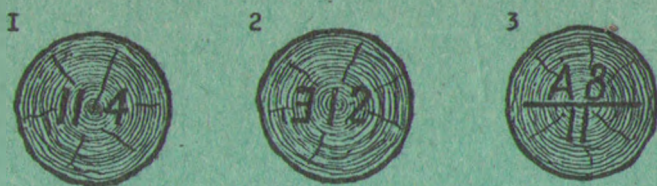


Рис. 3. Примеры маркировки лесоматериалов:

- 1 - бревна и кряжи II сорта диаметром 14, 24, 34 см и т.д. для выработки пиломатериалов для машиностроения и других назначений или диаметром 24 см для выработки пиломатериалов для судостроения, судоремонта и баржестроения и т.п.;
- 2 - бревна I сорта диаметром 22, 32, 42 см и т.д. для выработки пиломатериалов, поставляемых на экспорт;
- 3 - кряжи комбинированные диаметром 28, 38, 48 см и т.д. для выработки авиационных пиломатериалов с некондиционной частью II сорта, пригодной для выработки обычных пиломатериалов.

3. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОСНОВНЫХ ПОЛОЖЕНИЯХ ТЕОРИИ РАСКРОЯ ПИЛОВОЧНОГО СЫРЬЯ

Одним из основных вопросов, рассматриваемых теорией раскроя пиловочного сырья, является разработка научно обоснованной системы выбора и составления оптимальных поставок на распиловку бревен в зависимости от размерно-качественной и периодной характеристики сырья, вырабатываемой пилопродукции и применяемого технологического оборудования.

Кроме этого, теория раскроя пиловочного сырья, предопределяет основные положения организации и построения технологического процесса лесопиления, отвечающего требованиям рационального и комплексного использования древесины.

Первой научной работой по теоретическим основам раскроя бревен на пиломатериалы является работа советского математика Х.Л.Фельдмана «Система максимальных поставок на распиловку», опубликованная в 1932 г. Дальнейшее развитие теории раскроя пиловочного сырья получила в работах профессоров Д.Ф.Шапиро, А.Н.Песоцкого, Г.Д.Власова, П.П.Аксенова, В.А.Залгаллера, В.Ф.Ветшевой канд. техн. наук, Г.Р.Тигкова, М.Н.Гутермана и др.

3.1. Форма бревен'

При теоретическом исследовании вопросов рационального раскроя пиловчатного сырья форма бревен' принимается за' усеченный параболоид вращения. Отметим следующие данные, характеризующие принятую форму бревен'.

$$II. \text{ Образующей является парабола } y^2 = 2pz', \quad (16)$$

где $2p$ - параметр параболы. Он определится следующим образом.

При принятых обозначениях на рис. 4а и, пользуясь уравнением параболы (16), находим

$$\left(\frac{D}{2}\right)^2 = 2pz_2, \quad (17) \quad \text{и} \quad \left(\frac{d^1}{2}\right)^2 = 2pz_1, \quad (18)$$

Вчитая из (17) выражение (18), получим

$$\frac{D^2 - d^2}{4} = 2p(z_2 - z_1).$$

Учитывая, что $z_1 + z_2 = L$, будем иметь

$$2p = \frac{D^2 - d^2}{4L}, \quad (19)$$

где D - диаметр бревна в комле; d^1 - диаметр бревна в вершине; L - длина бревна.

2. Всякое сечение, параллельное продольной оси бревна, есть парабола с тем же параметром, но со сдвинутой против образующей вершиной. Следовательно, плоть необрезной доски будет иметь форму полной или усеченной параболы.

3. Диаметр d_p (рис. 4б) в расчетном сечении, отстоящем от комлевого торца на расстоянии l_p , определяется по формуле (20), которая получена на основе следующего вывода.

По аналогии выражений (17) и (18) будем иметь

$$\left(\frac{d_p}{2}\right)^2 = 2p(z_2 - l_p) = 2pz_2 - 2pl_p = \left(\frac{D}{2}\right)^2 - \frac{D^2 - d^2}{4L} \cdot l_p.$$

откуда

$$d_p = \sqrt{D^2 - \frac{D^2 - d^2}{L} \cdot l_p}. \quad (20)$$

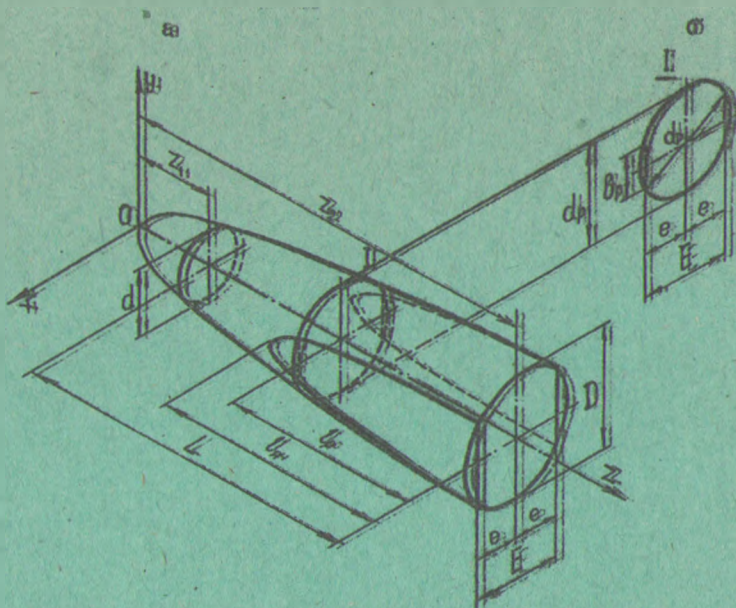


Рис. 4. Бревно, приравненное по форме к усеченному параболоиду вращения

3.2. Ширина и длина необрезных досок

Ширина пласти необрезной доски, меняющаяся по ее длине, в расчетном сечении бревна, отстоящем от комлевого торца на расстоянии l_p (рис. 4а,б) будет

$$\delta_n = \delta_p = \sqrt{d_p^2 - E^2}. \quad (21)$$

Подставляя в (21) значение d_p , определяемое формулой (20), получим

$$\delta_n = \delta_p = \sqrt{D^2 - \frac{D^2 - d^2}{L} l_p - E^2}, \quad (22)$$

где $E=2e$ — удвоенное расстояние от центра бревна до рассматриваемой пласти доски в поставе или расстояние между симметрично расположенными пластинами досок относительно центра

бревна.

Необходимо отметить, что при $\beta_p = 0$ величина l_p , входящая в формулу (22) и как это следует из рис. 4а, будет соответствовать длине необрезной доски l_n . Следовательно, значение l_n определится из формулы (22), приравняв в ней $\beta_p = 0$, а $l_p = l_n$, т.е.

$$\sqrt{D^2 - \frac{D^2 - d^2}{L} l_n - E^2} = 0,$$

откуда находим

$$l_n = \frac{D^2 - E^2}{D^2 - d^2} L. \quad (23)$$

Из формулы (23) очевидно, что при $E < d$ длина необрезной доски l_n будет равна длине бревна, т.е. $l_n = L$, т.к. длина необрезной доски не может быть больше длины бревна. При $E > d$ длина необрезной доски l_n будет меньше длины бревна и ее значение следует определять по формуле (23).

3.3. Раскрой необрезных досок

Раскрой необрезных досок на обрезные является одной из основных технологических операций в лесопильном производстве. В процессе этого раскроя формируются размеры обрезных досок по ширине и длине, которые должны быть оптимальными, обеспечивающими получение максимального выхода обрезных досок из необрезных. Оптимальные размеры обрезных досок по ширине и длине определяются на основе теоретического раскроя необрезных досок на обрезные максимального объема.

Раскрой необрезной доски ведется по наружной пласте, которая представляет собой полную или усеченную параболу в зависимости от местоположения ее в торцевом сечении бревна. Отметим, что при $E > d$ пласть необрезной доски будет иметь форму полной параболы, а при $E < d$ - усеченной.

Теоретическое решение раскроя необрезной доски на обрезную максимального объема сводится к вписыванию прямоугольника максимальной площади в параболу.

На рис. 5б показана наружная пласть необрезной доски, удаленная от центра торца бревна на расстояние $e = E/2$ (рис. 5а) и имеющая форму полной параболы. В эту параболу вписан прямоугольник шириной β_0 и длиной l_0 . Площадь вписанного

прямоугольника будет

$$F = \frac{B}{2} l_0 \quad (24)$$

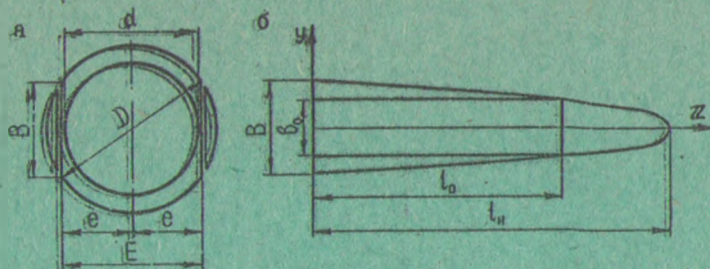


Рис. 5. К определению оптимальной ширины и длины обрезной доски

При принятых обозначениях на рис. 5 из уравнения параболы $y^2 = 2pz$ находим:

$$\left(\frac{B}{2}\right)^2 = 2p(l_n - l_0); \quad \left(\frac{B}{2}\right)^2 = 2pl_n$$

Разделив почленно одно равенство на другое, получим:

$$B_0 = B \sqrt{\frac{l_n - l_0}{l_n}} = \frac{B}{\sqrt{l_n}} \sqrt{l_n - l_0}, \quad (25)$$

где $B = \sqrt{D^2 - E^2}$ - ширина необрезной доски в концевом торце бревна; l_n - длина необрезной доски.

Подставляя значение B_0 в (24), будем иметь

$$F = \frac{B}{\sqrt{l_n}} l_0 \sqrt{l_n - l_0}. \quad (26)$$

Полученную функцию исследуем на максимум

$$\frac{dF}{dl_0} = \frac{B}{\sqrt{l_n}} \left(\sqrt{l_n - l_0} - \frac{l_0}{2\sqrt{l_n - l_0}} \right) = 0.$$

Решая данное уравнение, находим

$$l_0 = \frac{2}{3} l_n. \quad (27)$$

Подставив $l_2 = \frac{2}{3}l_1$ в формулу (25), найдем оптимальную ширину обрешечной доски l_0 , т.е.

$$l_0 = b \sqrt{\frac{1}{3}} = \sqrt{\frac{b^2 - E^2}{3}} = 0,577b.$$

Из формулы (27) следует, что крайние боковые доски должны урезаться на $\frac{1}{3}$ их длины, считая от того места, где лежит вершина параболы, т.е. где ширина пласти обрешечной доски сходит на нет.

Подставив в (27) значение l_0 , определяемое формулой (23), получим

$$l_0 = \frac{2}{3}l_1 \sqrt{\frac{D^2 - E^2}{D^2 - d^2}}. \quad (29)$$

Формула (29) показывает, что оптимальная длина обрешечной доски l_0 зависит от местоположения наружной пласти eb в бревне (E), от коэффициента обхвата бревна ($K = \frac{D}{d}$) и она может быть или равна, или меньше длины бревна.

Расстояние между параллельными, симметрично расположенными пропильными, ограничивающими зону бревна (рис. 6), из которой все обрешечные доски при их обхвате не подлежат укорачиванию, т.е. их длина равна длине бревна, называется критическим ($E_{кр}$). Оно определяется, если в формулу (29) подставить значение $l_0 = l_1$ и $E = E_{кр}$, т.е.

$$l_0 = l_1 = \frac{2}{3}l_1 \sqrt{\frac{D^2 - E_{кр}^2}{D^2 - d^2}},$$

откуда

$$E_{кр} = \sqrt{1,5d^2 - 0,5D^2}, \quad (30)$$

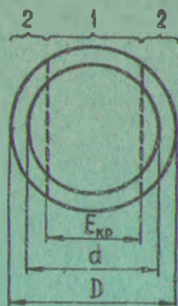
или

$$E_{кр} = d \sqrt{1,5 - 0,5 \left(\frac{D}{d}\right)^2} = d \sqrt{1,5 - 0,5K^2}. \quad (31)$$

Из сказанного следует, что два параллельные, симметрично расположенные пропила, расстояние между которыми будет соответствовать $E_{кр} = \sqrt{1,5d^2 - 0,5D^2}$ (рис. 6), делят бревно на две зоны: внутреннюю 1, называемую пиthagорической, и внешнюю 2, называемую параболической. Следовательно, $E_{кр}$ это есть

ширина пифагорической зоны, которая, как показывает формула (31), зависит от коэффициента сбег бревна $K=D/d$ и d .

Значения $E_{кр}$, подсчитанные по формуле (31), следующие:



$\frac{D}{d}$	$\frac{E_{кр}}{d}$	$\frac{D}{d}$	$\frac{E_{кр}}{d}$
1,00	1,0	1,25	0,848
1,10	0,946	1,30	0,810
1,15	0,916	1,35	0,767
1,20	0,883	1,40	0,721

Рис. 6. Зоны бревна: 1-пифагорическая зона - зона досок полной длины; 2-параболическая зона - зона укорачиваемых досок

Все выпиливаемые необрезные доски из пифагорической зоны бревна (когда $E < E_{кр}$) при их обработке не укорачиваются по длине. Оптимальная длина этих досок будет равна длине бревна, т.е. $l_0 = L$, а ширина их будет определяться в верхнем торце бревна по формуле

$$b_0 = \sqrt{d^2 - E^2}. \quad (32)$$

Объем обрезной доски, выпиливаемой из пифагорической зоны, определится

$$V = a b_0 l_0 = a \cdot L \cdot \sqrt{d^2 - E^2} = 2aL \sqrt{r^2 - e^2}, \quad (33)$$

где a - толщина обрезной доски; $r = d/2$ - радиус верхнего торца бревна; $e = E/2$ - расстояние от центра торца бревна до наружной пласти рассматриваемой доски.

Необрезные доски, выпиливаемые из параболической зоны бревна (когда $E > E_{кр}$), при их обрезке подлежат укорачиванию до оптимальной длины, определяемой по формуле (29). Оптимальная ширина таких досок определится по формуле (28).

Объем обрезной доски, выпиливаемой из параболической зоны, определится

$$W = a b_0 l_0 = a \sqrt{\frac{D^2 - E^2}{3}} \cdot \frac{2}{3} L \frac{D^2 - E^2}{D^2 \cdot d^2}$$

откуда

$$W = \frac{0,385}{D^2 - d^2} \alpha L \sqrt{(D^2 - E^2)^3} - 2 \frac{0,385}{R^2 - r^2} \alpha L \sqrt{(R^2 - r^2)^3} - 2A \alpha L \sqrt{(R^2 - r^2)^3}, \quad (34)$$

где $A = \frac{0,385}{R^2 - r^2}$; $R = \frac{D}{2}$ - радиус концевго торца бревна.

3.4. Оптимальные толщины обрезных досок

Полученные формулы (33) и (34) позволили поставить и решить задачу по определению оптимальной толщины обрезных досок в зависимости от их местоположения в поставе и количества выпиливаемых досок.

Общие зависимости значений оптимальных толщин досок в поставе были получены на основе решения задачи по определению толщины двух смежных обрезных досок наибольшего объема, выпиливаемых из данной зоны бревна.

При выпилке двух смежных обрезных досок максимального объема из зоны бревна, ограниченной двумя параллельными сечениями, отстоящими друг от друга на расстоянии H и удаленной от центра торца бревна на величину c_m (рис. 7), могут быть следующие три случая.

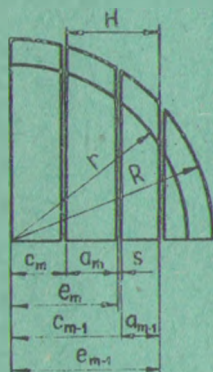


Рис. 7. к определению оптимальной толщины обрезных досок

1 случай. Обе доски находятся в пифагорической зоне, т.е. когда $e_{m-1} < e_{кр}$.

2 случай. Одна доска находится в параболической зоне, а вторая - в пифагорической, т.е. когда $e_{m-1} > e_{кр}$, а $e_m < e_{кр}$.

3 случай. Обе доски находятся в параболической зоне, т.е. когда $e_m > e_{кр}$.

В этих выражениях $e_{кр} = \sqrt{1,5r^2 - 0,5R^2}$ половина ширины пифагорической зоны, в которой доски не подлежат укорачиванию по длине.

Объем обеих выпиливаемых досок, определяемый по формулам (33) и (34), будет:

для 1 случая $V_1 = V_{m-1} + V_m = 2L(a_{m-1}\sqrt{r^2 - e_{m-1}^2} + a_m\sqrt{r^2 - e_m^2})$, (35)

для 2 случая $V_2 = W_{m-1} + V_m = 2L[Aa_{m-1}\sqrt{(R^2 - e_{m-1}^2)^3} + a_m\sqrt{r^2 - e_m^2}]$, (36)

для 3 случая $V_3 = W_{m-1} + V_m = 2LA[a_{m-1}\sqrt{(R^2 - e_{m-1}^2)^3} + a_m\sqrt{(R^2 - e_m^2)^3}]$, (37)

здесь L - длина бревна; остальные обозначения по рис. 7.

Исследуя полученные функции (35), (36) и (37) на максимум, будем иметь для:

1 случая $\frac{dV_1}{da_m} = 2L\left(\sqrt{r^2 - e_{m-1}^2} + \sqrt{r^2 - e_m^2} - \frac{a_m e_m}{\sqrt{r^2 - e_m^2}}\right) = 0$,

откуда $a_m = \frac{\sqrt{r^2 - e_m^2}}{e_m} (\sqrt{r^2 - e_m^2} - \sqrt{r^2 - e_{m-1}^2})$; (38)

2 случая $\frac{dV_2}{da_m} = 2L\left[-A\sqrt{(R^2 - e_{m-1}^2)^3} + \sqrt{r^2 - e_m^2} - \frac{a_m e_m}{\sqrt{r^2 - e_m^2}}\right] = 0$,

откуда $a_m = \frac{\sqrt{r^2 - e_m^2}}{e_m} \left[\sqrt{r^2 - e_m^2} - A\sqrt{(R^2 - e_{m-1}^2)^3}\right]$; (39)

3 случая $\frac{dV_3}{da_m} = 2LA\left[\sqrt{(R^2 - e_{m-1}^2)^3} + \sqrt{(R^2 - e_m^2)^3} - 3a_m e_m \sqrt{r^2 - e_m^2}\right] = 0$,

откуда $a_m = \frac{\sqrt{(R^2 - e_m^2)^3} - \sqrt{(R^2 - e_{m-1}^2)^3}}{3e_m \sqrt{r^2 - e_m^2}}$. (40)

При исследовании функций (35), (36) и (37) на максимум учитывалось, что

$a_{m-1} = H - s - a_m$; $\frac{da_{m-1}}{da_m} = -1$

$e_{m-1} = c_m + H$; $\frac{de_{m-1}}{da_m} = 0$

$e_m = c_m + a_m$; $\frac{de_m}{da_m} = 1$

Индекс m указывает на порядковый номер доски в поставе, считая от края к центру (рис. 7).

Отметим, что толщина первой доски ($a_m = a_1$), считая от края к центру (рис. 8), определится из условия, что $a_m = a_0$ будет относиться к горбылю, наружная сторона которого является непроливной, т.е. в данном случае $\sqrt{r^2 - e_{m-1}^2} = \sqrt{r^2 - e_0^2} = 0$ и $\sqrt{R^2 - e_{m-1}^2} = \sqrt{R^2 - e_0^2} = 0$.

Подставляя эти значения в формулы (38), (39) и (40), получим

при $e_m = e_1 < e_0$ $a_1 = \frac{r^2 - e_1^2}{e_1}$ (41)

при $e_m = e_1 > e_0$ $a_1 = \frac{R^2 - e_1^2}{3e_1}$ (42)



Рис. 8. К построению графиков для составления поставов

Приведенные выше формулы (38), (39), (40), (41) и (42) аналогичны

соответствующим формулам проф. Д.Ф.Малиро [1]. Однако изложенный метод решения поставленной задачи наглядно показывает, что эти формулы справедливы для любого значения ширины пропла, в том числе и для безопилочного деления. Кроме того, данное решение показало, что при выпилке каждой двух досок, пропла должен быть отнесен за счет той доски, которая лежит ближе к периферии.

3.5. Графики для составления поставов

На основе изложенных теоретических положений и, пользуясь формулами (38), (39), (40), (41) и (42), были разработаны и построены графики для составления оптимальных поставов, обеспечивающих наибольший выход обрезных пиломатериалов из распиливаемых бревен с учетом спецификационных требований на получаемую пилопродукцию. Графики построены для бревен диаметром вершинного торца от 14 до 50 см при различных значениях $K = \frac{D}{d}$. Всего было построено 72 графика, сведенных в альбом. Один из них представлен на рис. 9.

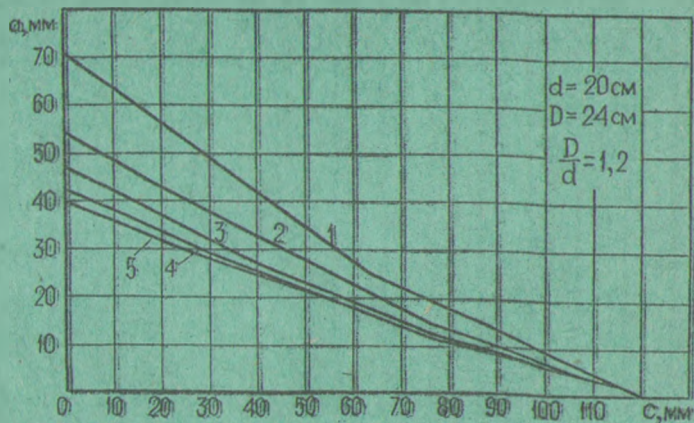


Рис. 9. График для составления поставов

Эти графики построены в прямоугольных координатах. На оси абсцисс отложены расстояния от центра торца бревна до внутренней пласти выпиливаемой доски C в миллиметрах, а на оси ординат — толщина досок d в миллиметрах.

Каждый график имеет ряд кривых с отметками 1, 2, 3 и т.д. Отметка кривой соответствует порядковому номеру выпиливаемой доски, считая от периферии к центру, а сама кривая отражает изменение оптимальной толщины этой доски d в зависимости от расстояния внутренней пласти ее от центра торца бревна C .

Указанные кривые строятся по формулам (38), (39), (40), (41) и (42) в следующем порядке: сначала первая кривая, затем по первой кривой - вторая, по второй - третья и т.д.

Пользуясь графиками, можно составить постав на распиловку бревна для различного количества пар досок в поставе в зависимости от спецификационных требований. При этом постав, составленный для данного количества пар досок, будет иметь свой наибольший объемный выход. Максимальный объемный выход пиломатериалов будет достигнут по поставу с количеством пар досок, соответствующим отметке нижней кривой. При нечетном поставе сердцевинная доска считается за пару центральных досок.

Указанные графики позволяют в простой и доступной форме решать практические задачи по составлению рациональных поставов с учетом многообразных требований, предъявляемых практикой по раскрою бревен на спецификационные пиломатериалы.

Однако, анализируя практическую сторону составления поставов по графикам (рис. 9), убеждаемся, что для определения толщины досок в поставе приходится пользоваться ограниченными в определенных пределах толщины досок участками кривых.

Учитывая сказанное и пользуясь альбомом графиков, были построены практические графики для составления поставов, заменившие указанный выше альбом графиков. Эти практические графики с необходимыми пояснениями проведены в [2], которых с данным учебно-методическим пособием в единой связи отражают вопросы, относящиеся к пилопродукции, пиловочному сырью и раскрою пиловочного сырья на пиломатериалы.

П р и л о ж е н и я

В ы п и с к а

из указателя Государственных Стандартов СССР
на лесоматериалы и изделия из древесины

КО. Общие правила и нормы. КОО. Термины и обозначения

ГОСТ 2140-81. Пороки древесины. Классификация, термины и определения, способы измерения. ГОСТ 17461-77. Технология лесозаготовительной промышленности. Термины и определения. ГОСТ 17462-77. Продукция лесозаготовительной промышленности. Термины и определения. ГОСТ 17743-72. Технология деревообрабатывающей и мебельной промышленности. Термины и определения. ГОСТ 17747-72. Технология лесопильной промышленности. Термины и определения. ГОСТ 18288-77. Продукция лесопильного производства. Термины и определения.

КО9. Методы испытаний. Упаковка. Маркировка

ГОСТ 16369-80. Лесоматериалы. Размеры транспортных пакетов. ГОСТ 21100-81. Пакеты транспортные из деталей деревянной тары. Формирование, транспортирование и хранение.

К I. Лесоматериалы. К II. Лесоматериалы круглые
для переработки

ГОСТ 9462-71. Лесоматериалы круглые лиственных пород. Размеры и технические требования. ГОСТ 9463-72. Лесоматериалы круглые хвойных пород.

К I3. Древесное технологическое сырье для переработки

ГОСТ 15815-70. Цепя технологические.
ГОСТ 18320-78. Опилки древесные технологические для гидролиза. Технические условия. ГОСТ 23827-79. Сырье древесное тонкомерное. Технические условия.

К I9. Метод испытаний. Упаковка. Маркировка

ГОСТ 2292-74. Лесоматериалы круглые. Маркировка, сортировка, транспортирование, обмер, учет и правила приемки. ГОСТ 2708-75. Лесоматериалы круглые. Таблицы объемов. ГОСТ 5306-64. Цилематериалы и заготовки. Таблицы объемов. ГОСТ 2014.0-75. Лесоматериалы круглые. Хранение. Общие требования.

К 2. Пиломатериалы и изделия из древесины
К 20. Классификация, номенклатура и общие нормы

ГОСТ 3808.1-80. Пиломатериалы хвойных пород. Атмосферная сушка и хранение. ГОСТ 6782.1-75. Пилопродукция из древесины хвойных пород. Величина усушки. ГОСТ 6782.2-75. Пилопродукция из древесины лиственных пород. Величина усушки. ГОСТ 731.-80. Пиломатериалы и заготовки лиственных пород. Атмосферная сушка и хранение. ГОСТ 10:50-78. Пиломатериалы и заготовки. Антисептирование способом погружения.

К 21. Пиломатериалы

ГОСТ 968-68. Пиломатериалы авиационные (бруски и доски). Технические условия. ГОСТ 2695-71. Пиломатериалы лиственных пород. Технические условия. ГОСТ 5780-77. Обзол для крепления горных выработок. Технические условия. ГОСТ 8486-66. Пиломатериалы хвойных пород. Технические условия. (Разд. I в части размеров заменен ГОСТ 24454-80). ГОСТ 9502-77 а. Пиломатериалы хвойных пород черноморской сортровки, поставляемые для экспорта. Технические условия. ГОСТ 24454-80 Б. Пиломатериалы хвойных пород. Размеры. ТУ 13 316-76. Пиломатериалы хвойных пород. Технические требования на продукцию, поставляемую на экспорт. ОСТ 13-62-77. Пиломатериалы экспортные. Правила маркировки.

К 22. Деревянные полуфабрикаты различного назначения

ГОСТ 7897-71. Заготовки из древесины лиственных пород. Технические условия. ГОСТ 9685-61. Заготовки из древесины хвойных пород.

К 29. Методы испытаний. Улаковка. Маркировка

ГОСТ 6564-79. Пиломатериалы и заготовки. Правила приемки, методы контроля, маркировка и транспортирование. ОСТ 3-24-82. Доски необрезные. Способы учета объема.

Т а б л и ц а I

Расход ширины поставка для хвойных
(кроме лиственницы) пиломатериалов

Номинальная толщина или ширина дос- ки или ору- ва, мм	Припуск на усушку по ГОСТ 6782.1-75 для влажности 20%, мм	Расход ширины поставка, мм при ширине пропила 3,6 мм		
		на сердце- винную доску или брус (Рс)	на две доски	
			централь- ные (2Рц)	боковые (2Рб)
16	0,6	-	36,8	40,4
19	0,6	-	42,8	46,4
22	0,7	-	49,0	52,5
25	0,8	25,8	55,2	58,8
32	1,0	33,0	69,6	73,2
38	1,2	39,2	78,4	82,0
40	1,2	41,2	86,0	89,6
44	1,4	45,4	94,4	98,0
50	1,5	51,5	106,6	110,2
60	1,8	61,8	127,2	130,8
63	1,9	64,9	133,4	137,0
75	2,3	77,3	158,2	161,8
80	2,4	82,4	168,4	172,0
100	2,8	102,8	209,2	212,8
110	3,0	113,0	229,6	233,2
115	3,2	118,2	240,0	243,6
125	3,4	128,4	260,4	264,0
130	3,6	133,6	270,8	274,4
140	3,8	143,8	291,2	294,8
150	3,9	153,9	311,4	315,0
175	4,4	179,4	362,4	-
180	4,4	184,4	372,4	-
200	4,9	204,9	413,4	-
225	5,6	230,6	-	-
250	6,2	256,2	-	-
275	6,6	281,6	-	-
300	7,1	307,1	-	-

Т а б л и ц а 2

Расход ширины поставка для пи. материалов листовных пород
(дуб, береза, клен, ясень, ольха, осина, топол)

Номинальная толщина или ширина дос- ки или бру- са, мм	Припуск на усушку по ГОСТ 6782.2-75 для влаж- ности 15%, мм	Расход ширины поставка, мм при ширине пропила 3,6 мм		
		на сердцевин- ную доску или брус (P _c)	на две доски	
			централь- ные (2P _ц)	боко- вые (2P _б)
16	0,8	16,8	37,-	40,8
19	0,9	19,9	43,4	47,0
22	1,1	23,1	49,8	53,4
25	1,3	26,3	56,2	59,8
32	1,6	33,6	70,8	74,4
40	2,0	42,0	87,6	91,2
50	2,5	52,5	108,6	112,2
55	2,3	57,8	119,2	122,8
60	3,0	63,0	129,6	133,2
65	3,3	68,3	140,4	143,8
70	3,5	73,5	150,6	154,2
75	3,8	78,8	161,2	164,9
80	4,0	84,0	171,6	175,2
90	4,5	94,5	192,6	196,2
100	5,0	105,0	213,6	217,2
110	5,5	115,5	-	-
120	6,0	126,0	-	-
130	6,5	136,5	-	-
140	7,0	147,0	-	-
150	7,5	157,5	-	-
160	8,0	168,0	-	-
180	9,0	189,0	-	-
200	10,0	210,0	-	0
220	11,0	231,0	-	-
240	12,0	252,0	-	-
260	13,0	273,0	-	-
280	14,0	294,0	-	-
300	15,0	315,0	-	-

Таблица 3

Объем 1 м длины пиломатериалов в м³

Толщина мм	Объем 1 м длины пиломатериалов в м ³ при ширине в мм						
	75	100	110	115	125	130	140
16	0,00120	0,00160	0,00176	0,00184	0,00200	0,00208	0,00224
19	0,00143	0,00190	0,00209	0,00211	0,00238	0,00247	0,00266
22	0,00165	0,00220	0,00242	0,00253	0,00275	0,00286	0,00308
25	0,00188	0,00250	0,00275	0,00288	0,00313	0,00325	0,00350
32	0,00240	0,00320	0,00352	0,00368	0,00400	0,00416	0,00448
38	0,00285	0,00380	-	0,00437	0,00475	-	0,00532
40	0,00300	0,00400	0,00440	0,00460	0,00500	0,00520	0,00560
44	0,00330	0,00440	0,00484	0,00506	0,00550	0,00572	0,00616
50	0,00375	0,00500	0,00550	0,00575	0,00625	0,00650	0,00700
60	0,00450	0,00600	-	-	0,00750	0,00780	-
63	0,00473	0,00630	-	0,00725	0,00788	-	0,00882
75	0,00563	0,00750	-	0,00863	0,00938	-	0,01050
100	-	0,01000	-	-	0,01250	-	0

Продолж. табл. 3

Толщина мм	Объем 1 м длины пиломатериалов в м ³ при ширине в мм					
	150	175	200	225	250	275
16	0,00240	0,00280	-	-	-	-
19	0,00285	0,00333	0,00380	0,00428	-	-
22	0,00330	0,00385	0,00440	0,00495	-	-
25	0,00375	0,00438	0,00500	0,00563	0,00625	0,00688
32	0,00480	0,00560	0,00640	0,00720	0,00800	0,00880
38	0,00570	0,00665	0,00760	0,00855	0,00950	0,01045
40	0,00600	0,00700	0,00800	0,00900	0,01000	0,01100
44	0,00660	0,00770	0,00880	0,00990	0,01100	0,01210
50	0,00750	0,00875	0,01000	0,01125	0,01250	0,01375
60	0,00900	0,01070	0,01200	0,01350	0,01500	0,01650
63	0,00945	0,01100	0,01250	0,01418	0,01575	0,01733
75	0,01125	0,01313	0,01500	0,01688	0,01875	0,02063
100	0,01500	0,01750	0,02000	0,02250	0,02500	0,02750

Пример расчета развального постава
на получение необрезных досок

Бревно хвойных пород диаметром $d = 20$ см, длиной $L = 6,0$ м распиливается вразвал на необрезные доски по поставу $\frac{40}{2} - \frac{32}{2} - \frac{19}{2}$.

Рассчитать данный постав, т.е. определить ширину и длину необрезных досок, их объем и выход, если дано: ширина пропила $s = 3,6$ мм, шаг бревна $c = 0,67$ см/м, объем бревна $V = 0,23$ м³. Размеры досок по ГОСТ 24454-80 для древесины влажностью 20%. Расчетная схема дана на рис. 1. Расчет произведен аналитическим способом.

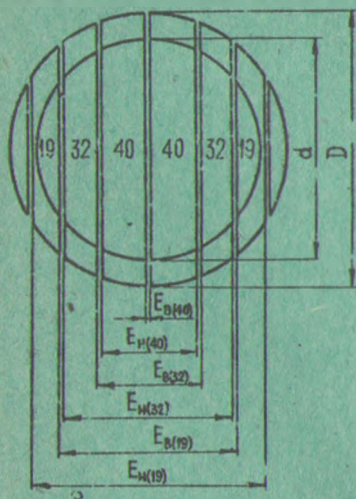


Рис. 1. Расчетная схема

$$B_B = \sqrt{d_{\text{ср}}^2 - E_B^2}, \quad (1) \quad \theta_n = \sqrt{d_{\text{ср}}^2 - E^2}, \quad (2)$$

где E_B и E_M - расстояние между симметрично расположенными соответственно внутренними и наружными пластинами досок отсчитанно центра бревна. $d_{\text{ср}}$ - диаметр бревна в сечении, проходящем через середину длины необрезной доски, определяется по формулам:

Решение. При решении необходимо учитывать, что ширина необрезных пиломатериалов определяется как полусумма ширины двух пластей, измеренных посередине длины пиломатериалов, и что ширина узкой пласти, измеренная в любом месте длины необрезных пиломатериалов (при расчете поставов в верхнем торце доски), должна быть для толщины от 16 до 50 мм не менее 50 мм. Ширина внутренней (B_B) и наружной (θ_n) пластей необрезных досок определяются соответственно по формулам

$$d_{\text{ср(р)}} = \frac{D+d}{2} \quad \text{при} \quad l_{\text{н(ст)}} = L, \quad (3)$$

$$d_{\text{ср(р)}} = D - \frac{1}{2} c l_{\text{н(ст)}} \quad \text{при} \quad l_{\text{н(ст)}} < L, \quad (4)$$

где d и D - диаметры соответственно вершинного и комлевого торцов бревна; $l_{\text{н(ст)}}$ - стандартная длина необрезной доски.

Учитывая сказанное и пользуясь данными табл. I приложения, определяем расстояния между симметричными внутренними $E_{\text{в}}$ и наружными $E_{\text{н}}$ пластими досок (рис. I). $E_{\text{в(40)}} = s = 3,6$ мм; $E_{\text{н(40)}} = 86,0$ мм; $E_{\text{в(32)}} = E_{\text{н(40)}} + 2s = 86,0 + 7,2 = 93,2$ мм; $E_{\text{н(32)}} = 86,0 + 73,2 = 159,2$ мм; $E_{\text{в(30)}} = E_{\text{н(32)}} + 2s = 159,2 + 7,2 = 166,4$ мм; $E_{\text{н(30)}} = 159,2 + 46,4 = 205,6$ мм.

Из условия наименьшей ширины узкой пласти доски у вершинного торца определим наибольшее (критическое) расстояние между симметричными пропилами $E_{\text{кр(н)}}$, в пределах которого выпиливаемые необрезные доски не укорачиваются, т.е. их длина будет равняться длине бревна. С учетом усушки ширина узкой пласти должна быть, как указывалось выше, не менее 51,5 мм.

$$E_{\text{кр(н)}} = \sqrt{d^2 - (b_{\text{мин}} + y)^2} = \sqrt{200^2 - 51,5^2} = 193 \text{ мм.}$$

Значение $E_{\text{кр(н)}}$ в зависимости от d , вычисленное по данной формуле при $b_{\text{мин}} + y = 51,5$ м., дается в табл. 5 приложения.

Таким образом, для рассматриваемого примера центральные доски толщиной 40 мм и боковые доски толщиной 32 мм лежат в зоне $E_{\text{кр(н)}}$ и будут иметь длину 6,0 м, т.е. равную длине бревна, а ширина их будет определяться по диаметру, соответствующему середине длины бревна (формула 3) т.е.

$$d_{\text{ср(р)}} = \frac{D+d}{2} = \frac{24,02 + 20}{2} = 22,0 \text{ см,}$$

где $D = d + cL = 20 + 0,67 \cdot 6 = 24,02$ см.

Ширина необрезных досок толщиной 40 мм.

По формулам (1) и (2) находим:

$$b_{\text{в(40)}} = \sqrt{220^2 - 3,6^2} = 220 \text{ мм; } b_{\text{н(40)}} = \sqrt{220^2 - 86^2} = 202 \text{ мм;}$$

$$b_{\text{ср(40)}} = \frac{b_{\text{в(40)}} + b_{\text{н(40)}}}{2} = \frac{220 + 202}{2} = 211 \text{ мм.}$$

Стандартная ширина этих досок будет $b_{ст(40)} = 210$ мм.

Ширина необрезных досок толщиной 32 мм.

По аналогии с предыдущим находим

$$b_{н(32)} = \sqrt{220^2 - 93,2^2} = 199 \text{ мм}; \quad b_{н(32)} = \sqrt{220^2 - 159,2^2} = 152 \text{ мм};$$

$$b_{ст(32)} = \frac{199 + 152}{2} = 175,5 \text{ мм.}$$

Стандартная ширина этих досок $b_{ст(32)} = 180$ мм.

Длина и ширина боковых досок толщиной 19 мм.

Данные доски находятся в пределах $E_{ю(н)}$ и должны быть урезаны, т.е. длина их будет меньше длины бревна. Для определения длины досок необходимо найти расчетный диаметр бревна d_p , обеспечивший получение ширины внешней (узкой, пласти в вершинном конце необрезной доски с учетом припуска на усушку, как было указано выше, не менее 51,5 мм при $E_{н(19)} = 205,6$ мм.

$$\text{По этим данным находим } d_p = \sqrt{51,5^2 + 205,6^2} = 212 \text{ мм} = 21,2 \text{ см.}$$

$$\text{Длина доски определится } l = \frac{D - d_p}{c} = \frac{24,02 - 21,2}{0,67} = 4,2 \text{ м.}$$

Принимаем стандартную длину доски $l_{н(ст)} = 4,0$ м.

Ширина данной доски определяется по диаметру бревна $d_{ср(19)}$, соответствующему середине принятой стандартной длины (формула 4), т.е.

$$d_{ср(19)} = D - \frac{1}{2} \cdot c \cdot l_{н(ст)} = 24,02 - \frac{1}{2} \cdot 0,67 \cdot 4 = 22,68 \text{ см.}$$

По $E_{в(19)} = 164,4$ мм; $E_{н(19)} = 205,6$ мм и $d_{ср(19)} = 22,68$ см по аналогии с предыдущим находим

$$b_{в(19)} = \sqrt{226,8^2 - 166,4^2} = 154,0 \text{ мм}; \quad b_{н(19)} = \sqrt{226,8^2 - 205,6^2} = 96,0 \text{ мм};$$

$$b_{ср(19)} = \frac{154,0 + 96,0}{2} = 125 \text{ мм.}$$

Стандартная ширина этих досок будет $b_{ст(19)} = 130$ мм.

В результате расчета получили необрезные доски следующих размеров:

$$\begin{aligned} 40 \text{ мм} \times 210 \text{ мм} \times 6,0 \text{ м} \times 2 \text{ доски} &= 0,10080 \text{ м}^3 \\ 32 \text{ мм} \times 180 \text{ мм} \times 6,0 \text{ м} \times 2 \text{ доски} &= 0,06912 \text{ м}^3 \\ 19 \text{ мм} \times 130 \text{ мм} \times 4,0 \text{ м} \times 2 \text{ доски} &= 0,01972 \text{ м}^3 \\ \text{Итого:} & \quad \quad \quad 0,18968 \text{ м}^3. \end{aligned}$$

Поскольку ширина необрезных досок дана фактическая, без учета усушки, то полученный объем сырых хвойных необрезных

досок в соответствии с ОСТ 13-24-82 умножается на коэффициент 0,96, учитывающий усушку доски по ширине до влажности 20%, т.е. $0,18968 \times 0,96 = 0,18209 \text{ м}^3$.

Объемный выход будет $\eta = \frac{0,18209}{0,23} \cdot 100 = 79,17\%$

Данные расчета поставка сведены в табл. 4 приложения. Форма табл. 4 рекомендуется для записи расчета поставок на необрезные доски.

Расчет поставка на необрезные доски может быть выполнен также графическим или табличным способом в том же порядке, как это дано в рассмотренном примере.

Таблица 5

Значения $E_{кр(н)} = \sqrt{d^2 - 51,5^2}$ для необрезных хвойных пиломатериалов по ГОСТ 24454-80

d, см	$E_{кр(н)}$, мм	d, см	$E_{кр(н)}$, мм	d, см	$E_{кр(н)}$, мм
14	130	24	234	34	336
16	151	26	255	36	356
18	172	28	275	38	376
20	193	30	295	40	396
22	214	32	316	42	417

Таблица 6

Выход образных досок и бревен, распиливаемых с брусковой*)

Диаметр бревен d, см	16	18	20	22	24	26	28	30
Выход η , %	55,2	56,8	58,1	59,1	60,0	60,8	61,7	62,5

*) Данные о выходе образных пиломатериалов могут быть использованы в курсовом и дипломном проектировании при составлении плана раскроя пиловочного сырья на образные пиломатериалы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шапиро Д.Ф. Лесопильно-строгальное производство.- М., 1935. - 507 с.
2. Батин Н.А. Учебно-методическое пособие по разделу "Раскрой пиловочного сырья на пиломатериалы" курса "Технология пиломатериалов".- Мн.: БТИ им. С.М.Кирова, 1980. - 58 с.
3. Аксенов И.П., Макарова Н.С., Прохоров И.К., Тюкина Ю.П. Технология пиломатериалов.- М., 1976.- 579 с.
4. Песоцкий А.Н. Лесопильное производство.- М., 1970. - 432 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Продукция лесопильного производства	3
1.1. Классификация и характеристика пиломате- риалов	3
1.2. Стандарты на основные виды пиломатериалов	7
1.2.1. Пиломатериалы внутрисовязного потреб- ления	7
1.2.2. Спортные пиломатериалы	11
1.3. Припуски на усушку. Номинальные, распиловоч- ные и фактические размеры пиломатериалов	13
1.4. Измерение пиломатериалов	16
1.5. Спецификация пиломатериалов	17
1.6. Средние размеры пиломатериалов	18
2. Сырье лесопильного производства	20
2.1. Форма и измерение бревен	20
2.2. Качество пиловочного сырья и основные сорто- образующие пороки	16
2.3. Стандарты на пиловочные бревна	27
2.4. Спецификация пиловочного сырья и определе- ние средних размеров бревен	28
2.5. Чаркировка бревен	31
3. Краткие сведения об основных положениях теории раскроя пиловочного сырья	32
3.1. Форма бревен	33
3.2. Ширина и длины необрезных досок	34
3.3. Раскрой необрезных досок	35
3.4. Оптимальные толщины обрезных досок	39
3.5. Графики для составления постановок	42
Приложения	44
Литература	54