

# СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	2
1.	Классификация древесного сырья	3
2.	Классификация и размерная характеристика отходов древесины	6
3.	Отходы лесозаготовок, тонкомерная, фаутная и низкокачественная древесина	9
3.1.	Отходы кроны деревьев	9
3.2.	Отходы ствола дерева	11
3.3.	Малоценная древесина	12
4.	Определение объёмов дополнительного сырья при лесозаготовках	14
4.1.	Нормативный метод определения объёмов дополнительного сырья	14
4.2.	Определение ресурсов низкокачественной древесины	14
4.3.	Количество сучьев, ветвей, хвои и листьев на растущих деревьях	15
4.4.	Ресурсы древесной зелени и коры	16
4.5.	Объем потерь элементов кроны при выполнении лесосечных работ	17
4.6.	Ресурсы отходов лесозаготовок и пнево-корневой древесины	18
5.	Характеристика пиловочного сырья	20
5.1.	Продольная распиловка лесоматериалов	21
5.2.	Способы раскроя пиловочного сырья и поставка	22
5.3.	Отходы лесопильно-деревообрабатывающих и деревоперерабатывающих производств	26
6.	Теоретические расчеты количества отходов, образующихся при производстве пиломатериалов	30
7.	Методы определения объемов дополнительного сырья при лесопилении и деревообработке	35
8.	Способы использования древесных отходов	37
9.	Щепа и её характеристики	39
9.1.	Классификация древесных частиц	39
9.2.	Классификация щепы	40
9.3.	Назначение щепы	41
9.4.	Основные требования, предъявляемые к щепе	41
9.5.	Свойства щепы	45
	Заключение	47
	Библиографический список	48
	Глоссарий	49
	Приложения	
	Приложение А. Таксационные показатели деревьев	54
	Приложение Б. Назначение и таксационные показатели круглых лесоматериалов	58
	Приложение В. Физические свойства древесины и коры	61
	Приложение Г. Выход готовой продукции и количество отходов при обработке и переработке леса	64
	Приложение Д. Основные параметры, учитываемые при составлении и расчёте поставок	66

## **ВВЕДЕНИЕ**

В процессе выполнения рубок, связанных и несвязанных с заготовкой древесины, обработки и переработки древесины неизбежно образуются древесные отходы в виде отдельных частей биомассы дерева, представляющие собой вторичные ресурсы, которые являются резервом для покрытия растущей потребности в лесоматериалах. Необходимость использования древесного сырья обусловлена не только постоянным ростом потребности в лесоматериалах, но и стремлением повысить эффективность производства и увеличить объем производства лесопроductии при неизменном объеме заготовки древесины.

В настоящее время процессы заготовки и переработки всей биомассы дерева на предприятиях лесного комплекса развиты слабо. Такие виды потенциального сырья, как отходы лесозаготовок (порубочные остатки), тонкомерная древесина от различных видов рубок леса, пнево-корневая древесина, отходы лесопильно-деревообрабатывающих производств, используются для выработки товарной продукции в незначительных количествах, а зачастую и вовсе остаются невостребованными. В то же время условия экономической деятельности предприятий лесного комплекса требуют интенсивного, более полного использования сырьевых ресурсов как главного источника повышения эффективности производства в целом.

В монографии приведены сведения о классификации древесного сырья, рассмотрены методы определения ресурсов дополнительного сырья и основные направления его использования.

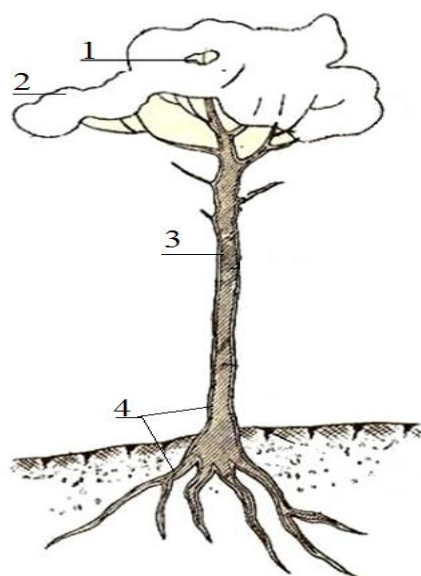
## 1. КЛАССИФИКАЦИЯ ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ

Сырье, которое получает лесозаготовительная промышленность в составе отводимого лесосечного фонда, можно подразделить на основное и дополнительное. Основное древесное сырье служит для выработки хлыстов, круглых и колотых лесоматериалов. На рис. 1 представлены виды продукции, которые можно получить из одного кубометра заготовленной древесины.



Рис. 1. Виды продукции, получаемые из 1 м<sup>3</sup> древесины

В общей биомассе отводимого в рубку леса древесина составляет 82 %, кора – 15 %, древесная зелень – 3 %. Биомасса растущего дерева распределена неравномерно. Распределение биомассы на растущем дереве представлено на рис. 2.



- 1 – вершинная часть 5%
- 2 – крона, сучья, ветви 10-15%
- 3 – стволовая часть 60-65%
- 4 – пни и корневая система 10-20

Рис. 2. Биомасса растущего дерева

На ствол, который является основным объектом лесозаготовительного производства, приходится до 65 %. Оставшаяся часть – это сучья и ветки (10–15 %), вершинная часть (5 %), пни (5–10 %) и корни (10–20 %). Однако на отдельных стадиях производства лесопроductии часть древесного сырья из-за низкой товарной ценности не используется или теряется в виде отходов. Это сырье может быть дополнительным источником древесины для переработки в технологическую щепу и другую ценную продукцию. Также дополнительным сырьем для переработки в лесозаготовительном производстве могут служить и отходы лесопильно-деревообрабатывающих производств, а также древесина, образующаяся на лесных складах после обработки хлыстов и по своему качеству непригодная для выработки деловых лесоматериалов.

Объемы дополнительного сырья зависят от многих факторов:

- от размерно-качественных характеристик арендуемых участков лесного фонда, их таксационных характеристик, формулы, возраста, бонитета, полноты, запаса насаждений, товарности древостоя и т. д.;
- применяемой техники (машины, механизмы, оборудование);
- применяемой технологии лесозаготовительного производства, определяемой видом вывозимой древесины: деревья, хлысты, сортименты, пиломатериалы, щепа;
- времени (сезона) проведения лесозаготовок и пр.

Не вся масса дополнительного сырья может быть освоена технически. Оставшуюся часть можно использовать с необходимым экономическим эффектом, подразделяя эти ресурсы на следующие виды.

**Потенциальные ресурсы** включают весь объем низкокачественной древесины, отходов и потерь, образующихся при освоении отводимого в рубку лесосечного фонда или переработке древесного сырья и материалов.

**Реальные ресурсы** определяются как потенциальные за вычетом неизбежных технологических потерь в процессе заготовки древесины, ее переработки, транспортировки и хранения низкокачественной древесины и отходов, переработки их на конечную продукцию (опилки при валке деревьев, потери сучьев при валке или валке и трелевке, погрузке и вывозке древесины, усушка, упресовка, распыл и др.).

**Экономически доступные ресурсы** дополнительного сырья представляют ту часть реальных ресурсов, которая может быть переработана в конечные продукты с экономическим эффектом. В экономически доступные ресурсы не входят отходы, расходуемые на собственные нужды предприятий и реализуемые местному населению и учреждениям в необработанном виде.

**Технически возможные** объемы экономически доступных ресурсов представляют часть из них, которая может быть освоена с учетом состояния техники и технологии в рассматриваемом периоде.

## 2. КЛАССИФИКАЦИЯ И РАЗМЕРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОТХОДОВ ДРЕВЕСИНЫ

В любом производственном процессе, направленном на получение какой-либо готовой продукции, из-за несовершенства технологии и организации производства неизбежно образуются остатки сырья и материалов в виде отходов. Согласно ГОСТ 25916–83 «Ресурсы материальные вторичные. Термины и определения» *отходы производства* – это остатки сырья, утратившие полностью или частично потребительские свойства. Как правило, отходы деревообработки не находят должного применения и образуют древесные свалки. В условиях рыночных отношений предприятиям необходимо пересмотреть свое отношение к ним: отходы – все, что не обеспечивает дополнительную прибыль предприятию.

Возможные варианты обращения с отходами и их экономическая оценка представлены на рис. 3.



Рис. 3. Способы использования отходов

Отходы классифицируются как используемые и неиспользуемые. Эта классификация весьма условна. Она зависит от многих факторов:

- от технологии производства (заготовки, переработки);
- применяемых машин и механизмов (оборудования);
- состояния инструмента (своевременной замены, заточки);
- организации производства;
- климатической зоны расположения производства;
- наличия вблизи возможных потребителей;
- дорожно-транспортных условий и т. д.

Отходы, для которых в настоящее время отсутствуют условия переработки, называются *неиспользуемыми*, а те, которые используются, – *вторичным сырьем*.

В комплексном использовании древесины вторичные материальные ресурсы отождествляются с понятием «*дополнительное сырье*». Дополни-

тельным сырьем для переработки в лесозаготовительном производстве могут служить отходы лесозаготовок и лесообрабатывающих производств, а также древесина, образующаяся на лесных складах при переработке хлыстов и по своему качеству непригодная для выработки деловых круглых лесоматериалов.

Согласно ГОСТ 25916–83, древесные отходы подразделяются:

- 1) на отходы от заготовки древесины;
- 2) отходы от обработки древесины;
- 3) отходы от переработки древесины.

Необходимо также уточнить понятия «безотходная технология» и «безотходное производство».

Понятие *«безотходная технология»* применительно к лесозаготовительным и лесопильно-деревообрабатывающим производствам не совсем применимо. Технология характеризуется наличием определенных орудий и предметов труда, при взаимодействии которых только часть древесного сырья переходит в продукт производства. Другая же часть, представляющая собой отходы производства, может перерабатываться на другую продукцию в том же цехе или вне его, т. е. вне технологического процесса, при котором изготавливается основная продукция. Следовательно, технология по производству основной продукции не является безотходной. Такой переработке древесного сырья точнее подходит термин *«безотходное производство»*. В лучшем случае рациональные и эффективные технологии переработки древесины можно назвать малоотходными.

Отходы можно также классифицировать:

- 1) по сортименту исходного сырья:
  - лесосечные отходы (сучья, ветки, пни, обломки стволов, тонкомер и пр.);
  - отходы пиломатериалов и фанеры, отходы древесных плит;
- 2) по породам (хвойные и лиственные);
- 3) по влажности (сухие и влажные);
- 4) по стадийности обработки (первичные и вторичные);
- 5) по качеству (деловые и топливные).

Наличие огромной сырьевой базы вторичного сырья (отходов) выдвигает важную проблему изучения рационального комплексного и экономически выгодного использования отходов на нужды народного хозяйства. При решении проблемы по переработке древесины наметились два направления:

- 1) доведение всех образующихся отходов до минимума за счет повышения выхода готовой продукции из полноценной натуральной древесины;
- 2) использование неизбежно образующихся отходов на различные виды эффективной продукции.

В табл.2.1 указаны возможные направления дальнейшего использования дополнительного сырья и возможные виды продукции.

Таблица 2.1. Классификация и использование древесных отходов

Группы и виды отходов	Направление использования					
	целлюлозно-бумажное производство	древесные плиты	гидролиз и лесохимия	кормовые продукты	топливо	прочие
<b>I. Кусковые отходы</b>						
1. Отходы лесозаготовок на лесосеке						
Обломки ствола, валежник, маломерные деревья:						
- хвойные	***	+	+	—	+	+
- лиственные	***	+	+	—	+	+
Сучья, ветви, вершинки:						
- хвойные	***	+	+	+	+	+
- лиственные	—	+	+	+	+	+
Пни и корни:						
- хвойные	***	+	+	—	+	—
- лиственные	—	+	+	—	+	—
2. Отходы лесозаготовок на лесных складах						
Сучья, ветви, вершинки:						
- хвойные	***	+	+	+	+	+
- лиственные		+	+	+	+	+
Откомлевки, козырьки (отходы раскряжевки)	+	+	+	—	+	+
3. Отходы лесопиления и дерево обработки						
Отрезки бревен	+	+	+	—	+	+
Горбыли, рейки	***	+	+	—	+	+
Отрезки пиломатериалов:						
- хвойные	+	+	+	—	+	—
- лиственные	+	+	+	+	+	—
4. Отходы фанерного производства						
Карандаши	+	+	—	—	—	+
Отструги	—	—	—	—	—	+
Шпон-рванина, обрезки шпона и фанеры	—	+	+	—	+	+
Отрезки бревен	—	—	+	—	+	—
<b>II. Мягкие отходы</b>						
1. Отходы лесопиления						
Опилки	+	+	—	+	+	+
Древесная пыль	—	+	—	—	+	—
2. Отходы деревообработки						
Опилки	—	+	+	+	+	+
Стружка-отходы	+	+	+	+	+	+
Древесная пыль	—	+	—	—	+	—
III. Кора						
1. Отходы окорки	—	—	+	+	+	+
2. Кора на древесине	—	—	—	—	+	—
IV. Древесная зелень						
1. В отходах лесозаготовок на лесосеке	—	—	+	+	—	—
2. В отходах лесозаготовок на лесных складах	—	—	+	+	—	—

\* Прочие направления включают производство деревянной тары, паркета, столярных плит, строительных материалов на минеральных вяжущих, продукции производственного назначения, товаров широкого потребления, укрепление трелевочных волоков, лесовозных усов и др.

\*\* При диаметре 30 мм и более.

\*\*\* Окоренные.



### 3. ОТХОДЫ ЛЕСОЗАГОТОВОК, ТОНКОМЕРНАЯ, ФАУТНАЯ И НИЗКОКАЧЕСТВЕННАЯ ДРЕВЕСИНА

*Отходами лесозаготовок* называют всю неиспользованную биомассу древостоя, оставляемую в лесу после проведения лесосечных работ. На лесосеке объем отходов составляет 20–22 %, иногда достигает 35 %.

Отходы лесозаготовок разделяются следующим образом:

- отходы кроны деревьев (сучья, ветви, древесная зелень, вершины);
- отходы ствола дерева (пни, корни);
- малоценная древесина (обломки стволов, валежник, бурелом, тонкомерные, сухостойные и фаутные деревья).

#### 3.1. Отходы кроны деревьев

*Сучья* – крупные боковые отростки от ствола дерева. Характеристика сучьев: их число, размеры и размещение по стволу, определяются в основном породами и размерами деревьев, а также зависят от бонитета и полноты насаждений.

**Число сучьев.** Наибольшее число сучьев имеет ель, они располагаются мутовками (по 4–6 сучков в мутовке), поэтому их число пропорционально размерам дерева или точнее диаметру ствола и высоте дерева. Однако эта пропорциональность сохраняется лишь до определенного диаметра (36–60 см), соответствующего возрасту, когда дерево прекращает заметный прирост высоты. После этого число сучьев не только не увеличивается, а, наоборот, уменьшается за счет их отмирания. Нижняя часть ствола ели покрыта сухими сучьями диаметром до 1–1,5 см, которые не следует учитывать, так как они легко отваливаются при валке или трелевке и практически не требуют обрубки. Число здоровых сучьев у ели колеблется от 50 до 280.

Значительно меньшее число сучьев у сосны, они так же располагаются мутовчато. Число их мало зависит от возраста, так как будучи светолюбивой породой, сосна сбрасывает нижние сучья. Лишенные достаточного количества света, нижние сучья засыхают и отваливаются. Поэтому сосна, растущая в насаждении, имеет высоко расположенную крону с относительно небольшим числом сучьев. В среднем у сосны бывает 10–18 сучьев, если не считать сучья на удаляемой при обрубке части вершины.

Примерно такое же, как и у сосны, число сучьев имеют основные лиственные породы – береза и осина, в среднем у них по 12–17 сучьев, и их число практически не зависит от диаметра дерева. На них часто бывают «пасынки», т. е. сучья, превратившиеся во второй ствол. Расположение сучьев у основных лиственных пород не мутовчатое. Стволы деревьев, растущих в насаждении, в нижней части хорошо очищены от сучьев.

**Размеры сучьев.** Сучья характеризуются толщиной (диаметром у основания сука), длиной взаимно перпендикулярных осей среза, площадью среза, длиной сука.

Для ели характерны сучья небольшого диаметра, как правило, не больше 5 см. Средний размер сука 2,9 см, толщина сучьев, начиная с возраста спелости, практически не увеличивается. У ели, растущей не в насаждении, возможно увеличение толщины сучьев в нижней и центральной части кроны до 7–9 см. В отличие от других пород у ели увеличивается не толщина сучьев, а их число, за счет чего обеспечивается прирост общей массы сучьев.

Сосна и лиственница имеют более крупные сучья, при этом размеры их возрастают по мере увеличения диаметра дерева. Средний диаметр сучьев сосны 5–6 см, иногда 15 см.

Еще более крупные сучья имеет осина: в среднем 6–8 см. Иногда ее сучья достигают в диаметре 20 см, пасынки – 24–26 см. Сучья березы несколько меньше, в среднем их диаметр составляет 5–6 см, однако встречаются сучья диаметром до 20 см.

Расположение сучьев по отношению к стволу дерева характеризуется углами вставания  $\alpha$ : для ели он превышает  $90^\circ$  (т. е. сучья направлены в основном вниз), для сосны –  $86^\circ$ , осины –  $50^\circ$ , березы –  $30^\circ$ .

*Ветви* – небольшие побеги и отростки, идущие как от ствола, так и от сучьев. Сучья и ветви имеют различные размеры и объем, которые зависят от породы и возраста дерева, диаметра ствола и запаса леса на 1 га, типа и бонитета леса. Вся разветвленная часть дерева вместе с древесной зеленью (хвоя и листья) образует *крону*.

Наряду с древесиной, дополнительным источником сырья для переработки может служить *древесная зелень*, к которой относятся листья, почки, хвоя, побеги с диаметром среза менее 6 мм. Заготовка древесной зелени для хвойно-витаминной муки разрешается только со срубленных деревьев. Технология переработки древесной зелени основана на извлечении из измельченного сырья различными растворителями биологически активных веществ.

Для производства пихтового масла разрешается ручная заготовка веток в спелых пихтовых насаждениях с диаметром среза до 8 мм в весенне-летний период с растущих деревьев, имеющих диаметр не менее 18 см, путем обрезки ветвей острым инструментом на протяжении не более 30 % живой кроны. При этом срезы сучьев делают косыми и гладкими. Длина оставленных на деревьях оснований сучьев должна быть не менее 30 см. Повторные заготовки пихтовой лапки в одних и тех же насаждениях допускаются не ранее чем через 4–5 лет.

Древесная зелень является продуктом скоропортящимся. Срок ее хранения после заготовки не должен превышать в летнее время 5 суток, а в

зимнее – 20 суток. Для сохранения на более длительное время биологически активных веществ хвои на практике проводят скоростную сушку, затем высушенную древесную зелень измельчают в муку. Хвойная витаминная мука потребляется животными лучше, чем свежая хвоя, имеющая специфический вкус из-за содержания в ней дубильных, смолистых веществ, а также горечей.

*Вершина* – верхняя часть ствола дерева. Наименьший диаметр вершин с учетом минимально допустимого по стандартам диаметра балансов должен быть не более 6 см. Средняя длина вершин равна 3–4 м. Вершины часто обламываются при валке, трелевке деревьев, особенно зимой.

Норматив образования отходов в виде сучьев, ветвей и вершин в процентах от объема вывозки древесины представлен в табл. 3.1.

Таблица 3.1. Норматив образования отходов в виде сучьев, ветвей и вершин, % объема вывозки древесины

Порода, показатель	Всего отходов	В том числе		
		сучьев	ветвей	вершин
Сосна	13,0	5,0	7,1	0,9
Ель	14,0	8,6	4,1	1,3
Береза	19,0	8,2	8,8	2,0
Осина	15,0	6,7	6,7	1,6
Лиственница	13,0	6,6	5,6	0,8
В среднем по хозяйству:				
- хвойному	13,5	6,8	5,85	0,85
- лиственному	17,0	7,5	7,7	1,8
В среднем, всего	14,5	7,0	6,4	1,1

### 3.2. Отходы ствола дерева

Использование *пней* и *корней*, оставшихся после валки деревьев, позволит увеличить выход древесины с единицы лесной площади на 15–20 %. В нашей стране широкое распространение получило использование пневого осмола – просмолившейся ядровой древесины и корней сосны и кедра. Пень – надземная часть ствола, оставшаяся после валки дерева на лесосеке. Для подсчета объемов пневой древесины важно знать диаметр и высоту пня. Высотой пня является расстояние от уровня земли до торцевой части пня. Реальная высота пня зависит от породы, условий произрастания, времени проведения работ и применяемой лесозаготовительной техники. Уменьшение высоты пня на 5 см позволяет вовлечь в сферу использования дополнительно 1 % сырья к объему заготовленной древесины.

Достаточно точный подсчет потенциальных ресурсов пневой и корневой древесины на лесосеке можно получить, зная состав насаждений и распределение средних диаметров деревьев. Подсчитать реальные ресур-

сы пневой и корневой древесины возможно только ориентировочно. Согласно отраслевой методике определения объемов вторичных материальных ресурсов в лесной и деревообрабатывающей промышленности, пни составляют 2–3 % объема заготавливаемой древесины, корни – 11 % от объема ствола дерева.

Потребителями пнево-корневой древесины (свежие сосновые пни, корни и пневый осмол) являются лесохимические канифольно-экстракционные заводы. Недостатками пнево-корневой древесины являются:

- пороки строения (наклон волокон);
- разнообразие форм и размеров;
- сложность окорки;
- засоренность минеральными примесями и камнями.

### 3.3. Малоценная древесина

Среди оставленных на корню или брошенных на лесосеке следует выделить нежелательные и тонкомерные деревья.

*Нежелательными* (лесоводственный термин) являются деревья, которые по своему состоянию, качеству и форме ствола не отвечают хозяйственным целям. К ним относятся дровяные, сухостойные и лиственные деревья низкой товарной ценности.

К *тонкомерным* относят деревья, диаметр которых ниже минимального размера заготавливаемых (менее 14 см). Большие объемы древесного сырья в виде тонкомерной древесины образуются при проведении рубок ухода за лесом и реконструкции насаждений.

Количество тонкомерной древесины при рубках, связанных с заготовкой древесины, зависит от возрастного и породного состава лесов, их происхождения и интенсивности предшествующих рубок ухода. Тонкомерные стволы пригодны для заготовки технологического сырья, измельчаемого в щепу, выработки балансов и пиловочника, если его диаметр в верхнем отрезе не менее 6–8 см, а длина более 3 м. К недостаткам тонкомерной древесины относятся низкая плотность и сравнительно высокое содержание коры в молодых стволах, труднее поддается окорке. Преимущество – отсутствие гнили.

*Фаутная (поврежденная) древесина* – с гнилью, кривизной, механическими повреждениями. Наибольшее количество искривленных хлыстов отмечено у березы. В наибольшей степени поражены гнилью осиновые хлысты.

*Низкокачественная древесина* – обобщающий термин охватывает лиственные и хвойные круглые лесоматериалы, в том числе хлысты, которые по своим качественным показателям или размерной характеристике

не соответствуют требованиям стандартов или технических условий на деловую древесину, но могут использоваться для получения деловых сортиментов путем дополнительной обработки или переработки, например, на короткомерные пиломатериалы, черновые заготовки, технологическую щепу и другую продукции. Наиболее распространенными пороками древесины, по которым древесное сырье переводится в разряд низкокачественной древесины, являются внутренняя гниль (85 %), пороки формы ствола – овальность, кривизна, закомелистость, сучковатость, двухвершинность и др. (15 %). Объем низкокачественной древесины в лесном фонде по классам товарности приведен в табл. 3.2.

Анализ данных табл. 3.2 показывает, что объем хвойной низкокачественной древесины составляет в среднем 22,5 %, а лиственной – 45,1 %.

Таблица 3.1. Выход низкокачественной древесины по классам товарности, %

Порода	Класс товарности насаждений			Порода	Класс товарности насаждений		
	I	II	III		I	II	III
Сосна	14	17	24	Береза	46	60	74
Ель	15	18	25	Осина	56	67	78
Пихта	16	23	30	Ясень	20	30	50
Лиственница	25	31	38	Бук	21	26	40
Кедр	16	19	27	Граб	28	42	61
				Липа	25	40	60
				Клен	25	40	58
Среднее значение для хвойных пород	17,2	21,6	28,8	Среднее значение для лиственных пород	31,6	43,6	60,1

## 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЁМОВ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ПРИ ЛЕСОЗАГОТОВКАХ

### 4.1. Нормативный метод определения объёмов дополнительного сырья

Определение объёмов дополнительного сырья при лесозаготовках осуществляется по нормативному методу, который заключается в том, что ресурсы древесных отходов определяются как произведение объёма сырья на норматив, полученный экспериментальным путем. Применяется в основном для определения объемов забалансовых видов отходов (сучьев, ветвей, древесной зелени, отходов раскряжевки, пней и корней, коры и др.). Количество отходов в этом случае выражается простой зависимостью:

$$Q = V \cdot N/100, \quad (4.1)$$

где  $Q$  – объём отходов данного вида, м<sup>3</sup>;  $V$  – объем сырья, используемого в данном производстве (при определении отходов лесозаготовок – объем вывозки), м<sup>3</sup>;  $N$  – норматив образования данного вида отхода, %.

Для расчета ресурсов древесных отходов, определяемых по данному методу, необходимо установить запас насаждения по породам:

$$Q_{\text{пор}} = Q_{\text{год}} \cdot k_{\text{уч}}, \quad (4.2)$$

где  $Q_{\text{пор}}$  – объём древесины по породам, тыс. м<sup>3</sup>;  $Q_{\text{год}}$  – годовой объём производства, тыс. м<sup>3</sup>;  $k_{\text{уч}}$  – коэффициент участия породы в насаждении.

### 4.2. Определение ресурсов низкокачественной древесины

Количество деловой и низкокачественной древесины, %, по данным академика ВАСХНИЛ Н. П. Анучина, представлены в табл. 4.1.

Объём низкокачественной древесины ( $V_{\text{нк}}$ ) составит:

$$V_{\text{нк}} = Q_{\text{пор}} (0,5P_{\text{нк}}^{\text{I}} + 0,3P_{\text{нк}}^{\text{II}} + 0,2P_{\text{нк}}^{\text{III}}) / 100 \%, \quad (4.3)$$

где  $P_{\text{нк}}$  – % выхода низкокачественной древесины; I, II, III – класс товарности;  $(0,5P_{\text{нк}}^{\text{I}} + 0,3P_{\text{нк}}^{\text{II}} + 0,2P_{\text{нк}}^{\text{III}})$  – общий процент выхода низкокачественной древесины с учетом класса товарности.

При пользовании табл. 4.1 необходимо располагать таксационными данными о запасах древесины на корню по породам и о классе их товарности. По этим данным в соответствующей строке таблицы находят распределение запаса древостоя на качественные группы по породам, затем по всему объёму по выражению (4.3).

Таблица 4.1. Количество деловой и низкокачественной древесины

Порода	Распределение древесины по классам товарности								
	I			II			III		
	деловая	технологическое сырье, балансы, 4 с.	низкокачественная	деловая	технологическое сырье, балансы, 4 с.	низкокачественная	деловая	технологическое сырье, балансы, 4 с.	низкокачественная
Сосна	92	5	3	86	9	5	81	12	7
Лиственница	92	5	3	86	8	6	81	11	8
Пихта, ель	91	6	3	86	9	5	81	12	7
Кедр	82	10	8	77	13	10	73	15	12
Береза	65	21	14	56	27	17	48	32	20
Осина	64	18	18	55	22	23	47	26	27
Дуб	82	11	7	67	23	10	54	33	13
Бук	81	12	7	67	22	11	53	31	16

**Пример.** При составе насаждения 8Е2Б и годовом объеме производства  $Q_{\text{год}} = 170$  тыс. м<sup>3</sup> объем низкокачественной древесины по породам составит:

– для ели:

$$V_{\text{нк}}^{\text{Е}} = 170 \cdot 0,8(0,5 \cdot 3 + 0,3 \cdot 5 + 0,2 \cdot 7)/100 = 5,984 \text{ тыс. м}^3, \text{ или } 3,52 \%;$$

– для березы:

$$V_{\text{нк}}^{\text{Б}} = 170 \cdot 0,2(0,5 \cdot 14 + 0,3 \cdot 17 + 0,2 \cdot 20)/100 = 5,474 \text{ тыс. м}^3, \text{ или } 3,22 \%.$$

Общий объем низкокачественной древесины составит:

$$V_{\text{нк}} = \sum V_{\text{нк}}^i = 5,984 + 5,474 = 11,458 \text{ тыс. м}^3, \\ \text{или } 6,74 \% \text{ годового объема производства.}$$

### 4.3. Количество сучьев, ветвей, хвои и листьев на растущих деревьях

В табл. 4.2 представлены нормативы в процентах к объему ствола в коре для сучьев, ветвей и в килограммах на 1 м<sup>3</sup> ствола в коре для хвои и листьев.

Таблица 4.2. Количество сучьев, ветвей, хвои и листьев на растущих деревьях

Порода деревьев	Сучья, ветви, % к объему ствола в коре	Хвоя, листья, кг/м <sup>3</sup>	Пределы определения значений
1	2	3	4
Сосна	$34,7/D + 1,1R + 5$	$(80 + 8R)/\sqrt{D} + 2,5R + 10$	$D = 4-52$ $R = \text{Ia-Va}$
Ель	$(96 + 8R)/D + 1,4R + 6$	$(720 + 8R)/\sqrt{D} + 8R + 40$	$D = 4-52$ $R = \text{Ia-V}$
Береза	$0,26D + R + 5$	$(44 + 45,6R)/\sqrt{D} - 6R + 24$	$D = 4-52$ $R = \text{Ia-V}$
Осина	$0,25D + 1,5R + 2,5$	$(70 + 20R)/\sqrt{D} + 5$	$D = 4-52$ $R = \text{Ia-IV}$
Кедр	$(30 + 20\sqrt{R})/\sqrt{D} + 0,6(R - 1)$	$565/\sqrt{D} + 10R - 42$	$D = 12-52$ $R = \text{I-V}$
Пихта	$48/\sqrt{D} - 9$	$640/\sqrt{D} - 56$	$D = 12-52$
Лиственница	$72/\sqrt{D} - 2$	$60/\sqrt{D} + 3$	$D = 4-52$
Бук	$97/\sqrt{D} - 8$	$280/\sqrt{D} - 23$	$D = 8-64$ $R = \text{Ia-V}$
Дуб	$21 + 0,8R - 10^{-3}(D - 100)^2$	–	$D = 20-72$ $R = \text{Ia-Va}$
Липа	$0,08D + 2R + 7$	–	$D = 8-80$ $R = \text{Ia-Va}$

**Примечание:**  $D$  – таксационный диаметр ствола (приложение А, табл. А.1-А.3);  $R$  – разряды высот, цифровые значения которых соответствуют их нумерации, кроме разрядов Ia ( $R = 0$ ) и Va ( $R = 6$ ) (приложение А, табл. А.4-А.7).

#### 4.4. Ресурсы древесной зелени и коры

Масса древесной зелени в насаждениях зависит от возраста древостоя, его полноты и условий произрастания. В качестве обобщающего показателя может быть принята высота древостоя –  $h$  и через нее выражено количество древесной зелени. При выполнении расчетов высоту древостоя  $h$  условно можно принять равной длине хлыста (приложение А, табл. А.2).

В расчете на 1 м<sup>3</sup> запаса древесины масса древесной зелени для различных пород деревьев составит:

$$\text{Сосна} \quad N = 342 + 2,6h - 270 \lg h; \quad (4.4)$$

$$\text{Ель} \quad N = 1105 + 8,8h - 882 \lg h; \quad (4.5)$$

$$\text{Береза} \quad N = 376 + 1,3h - 262 \lg h; \quad (4.6)$$

$$\text{Осина} \quad N = 338 + 1,2h - 235 \lg h. \quad (4.7)$$



Средние показатели содержания коры в зависимости от породы древесины приведены в табл. 4.3.

Таблица 4.3. Содержание коры по основным породам древесины

Порода	Содержание коры		Средняя плотность коры свежесрубленных деревьев, кг/м <sup>3</sup>
	в объеме ствола, %	по массе, отнесенное к 1 м <sup>3</sup> древесины ствола в кг/м <sup>3</sup> (при влажности 55 %)	
Сосна	10–12	75–80	668
Ель	7–10	55–60	700
Береза	13–15	130–140	815
Осина	14–15	135–140	865
Лиственница	18–25	160–180	–

#### 4.5. Объем потерь элементов кроны при выполнении лесосечных работ

При валке и трелевке деревьев часть ветвей, сучьев и вершин обламывается и остается на лесосеке, если не организован их сбор для использования. Объем этих потерь зависит от породы деревьев, высоты древостоя, способа трелевки, времени года, рельефа местности и др. С учетом названных потерь количество сучьев и ветвей, поступающих на верхние и нижние лесосклады лесозаготовительных предприятий, определяется по данным табл. 4.4 по выражению (4.9). Объем потерь элементов кроны при выполнении лесосечных работ зависит от принятой технологии лесозаготовок и применяемой системы машин.

Таблица 4.4. Потери элементов кроны в процессе лесозаготовок, %

Порода деревьев	Температурные условия, °С	При валке		При формировании пачки и трелевке		При вывозке деревьев
		бензопилой	валочно-пакетирующей машиной	вершиной вперед	комлем вперед	
Сосна	+	5–14	3–7	11–20	5–17	10–23
	–	12–21	6–10	17–31	11–24	20–35
Ель	+	5–10	2–7	5–12	5–10	10–18
	–	10–15	5–10	5–25	10–21	20–30
Береза	+	4–12	3–6	10–18	7–9	10–27
	–	11–20	5–10	15–25	12–26	19–36
Осина	+	4–13	3–6	11–31	7–15	10–27
	–	15–24	8–13	21–37	13–28	20–38
Кедр	+	5–12	3–7	7–18	5–11	10–21
	–	14–19	6–11	15–25	10–21	10–30
Пихта	+	4–12	3–6	11–21	5–17	10–25
	–	13–22	6–12	13–32	11–25	20–35
Липа	+	3–11	3–6	11–31	7–14	10–27
	–	13–22	7–12	20–30	13–28	20–34

Отходы кроны на растущих деревьях или отходы обработки древесины определяют по выражению:

$$\bar{N} = \gamma_1 N_1 + \gamma_2 N_2 + \gamma_3 N_3 + \dots + \gamma_k N_k, \quad (4.8)$$

где  $\gamma_1, 2, \dots, k$  – доля каждого вида сырья в общем объеме при определении нормативов отходов обработки древесины или каждой породы древесины при определении нормативов отходов, доли единицы;

$N_1, 2, \dots, k$  – норматив образования данного вида отхода относительно каждого вида сырья или породы древесины, %;

$k$  – количество видов сырья или породы древесины.

Потери отходов кроны в процессе заготовки и вывозки древесины составят:

$$\begin{aligned} \bar{N} = & \gamma_1 \left[ M_{1+} + \frac{T}{12} (M_{1-} - M_{1+}) \right] + \gamma_2 \left[ M_{2+} + \frac{T}{12} (M_{2-} - M_{2+}) \right] + \\ & + \dots + \gamma_k \left[ M_{k+} + \frac{T}{12} (M_{k-} - M_{k+}) \right], \end{aligned} \quad (4.9)$$

где  $M_+$ ,  $M_-$  – потери элементов кроны при положительной и отрицательной температурах воздуха соответственно, %;

$T$  – период года с отрицательной температурой, мес.

#### 4.6. Ресурсы отходов лесозаготовок и пнево-корневой древесины

Нормативы образования ресурсов отходов лесозаготовок и пнево-корневой древесины представлены в табл. 4.5.

Таблица 4.5. Нормативы образования ресурсов отходов лесозаготовок и пнево-корневой древесины

Отходы на лесосеке	Порода деревьев	Норматив, % от объема заготовки	
		потенциальный	реальный
Обломки стволов, поврежденный тонкомер, подрост	Сосна	1,9	1,9
	Ель	3,5	3,5
	Лиственница	2,7	2,7
Пни и корни	Сосна	16,6	10,0
	Ель	22,2	13,4
	Лиственница	18,3	11,0

**Выход деловой древесины.** Общий усредненный выход деловой древесины  $V_d$  определяется по формуле:

$$V_d = \frac{Q_{\text{год}} - V_{\text{п}} - V_{\text{нк}}}{Q_{\text{год}}}, \quad (4.10)$$

где  $Q_{\text{год}}$  – годовой объем производства, тыс. м<sup>3</sup>;

$V_{\text{п}}$  – общий объем потерь относительно каждого вида сырья или породы древесины, %;

$V_{\text{нк}}$  – общий объем низкокачественной древесины, тыс. м<sup>3</sup>.

В приложении Б представлены назначение и таксационные показатели круглых лесоматериалов, которые характеризуют готовую продукцию при лесозаготовке. В табл. Б.1. представлен ГОСТ 9463–88 «Лесоматериалы круглые хвойных пород. Технические условия» для пиловочника и балансов. В табл. Б.2. и Б.3. представлены объемы круглых лесоматериалов (сортиментов) в зависимости от длины и диаметра в верхнем отрубе.

В приложении В представлены физические свойства древесины. В табл. В.1. и В.2. представлены показатели плотности древесины в зависимости от породы и состояния. В табл. В.3. указана влажность свежесрубленной древесины, а в табл. В.4. – Масса одного плотного кубометра древесины.

В табл. В.5. представлен объём заболони в процентах для различных диаметров сортимента, а в табл. В.6. – эксплуатационная влажность древесины.

В приложении Г представлен процентный выход готовой продукции и количество отходов при обработке и переработке леса на лесных складах.

## 5. ХАРАКТЕРИСТИКА ПИЛОВОЧНОГО СЫРЬЯ

Сырьем для выработки продукции лесопильного производства служат пиловочные бревна. Одной из важнейших задач раскроя лесоматериалов является обеспечение максимального выхода товарной продукции, по которому судят об эффективности того или иного способа.

Стандартами установлены две группы пиловочных бревен по толщине – средние (14–24 см) и крупные (26 и более). Для выработки хвойных пиломатериалов массового потребления длина бревен установлена от 4 до 6,5 м с градацией 0,5 м; лиственных – от 3 м и выше с градацией 0,5 м.

Одна из особенностей формы бревна – сбежистость, т. е. уменьшение толщины его от комлевого торца к вершинному. Величину сбега измеряют уменьшением диаметра бревна в сантиметрах на 1 м. длины.

Для хвойных бревен при укрупненных расчетах принимают среднюю сбежистость 1 %, т. е. считают уменьшение диаметра от комля к вершине равным 1 см на каждый метр длины бревна. Более точная средняя величина сбега приведена в табл. 5.1., а в табл. 5.2 – значения нормального сбега.

Таблица 5.1. Средняя величина сбега

Диаметр, см	Сбег, см/м	Диаметр, см	Сбег, см/м
14–18	0,8	40–42	1,35
20–22	0,9	44–46	1,45
24–26	1,0	48–50	1,55
28–30	1,1	52–54	1,65
32–34	1,15	56–58	1,70
36–38	1,25	60 см и более	1,80

Таблица 5.2. Значения нормального сбега

Диаметр бревна в верхнем отрезе, см	Нормальный сбег в см на 1 пог. м длины при длине бревна, м		
	3–4,5	5,0–8,0	8,5 и более
До 16	1,0	0,75	0,50
16–27	1,5	1,10	0,75
28–36	2,0	1,25	1,00
37–46	2,5	1,5	1,25
47 и более	3,0	2,0	1,50

## 5.1. Продольная распиловка лесоматериалов

В результате продольной распиловки получают пластины (сегменты), четвертины, двух-, трех- (лафеты) и четырехкантные (чистообрезные) брусья, бруски, обрезные и необрезные доски и шпалы, рейки, горбыли (рис. 4).

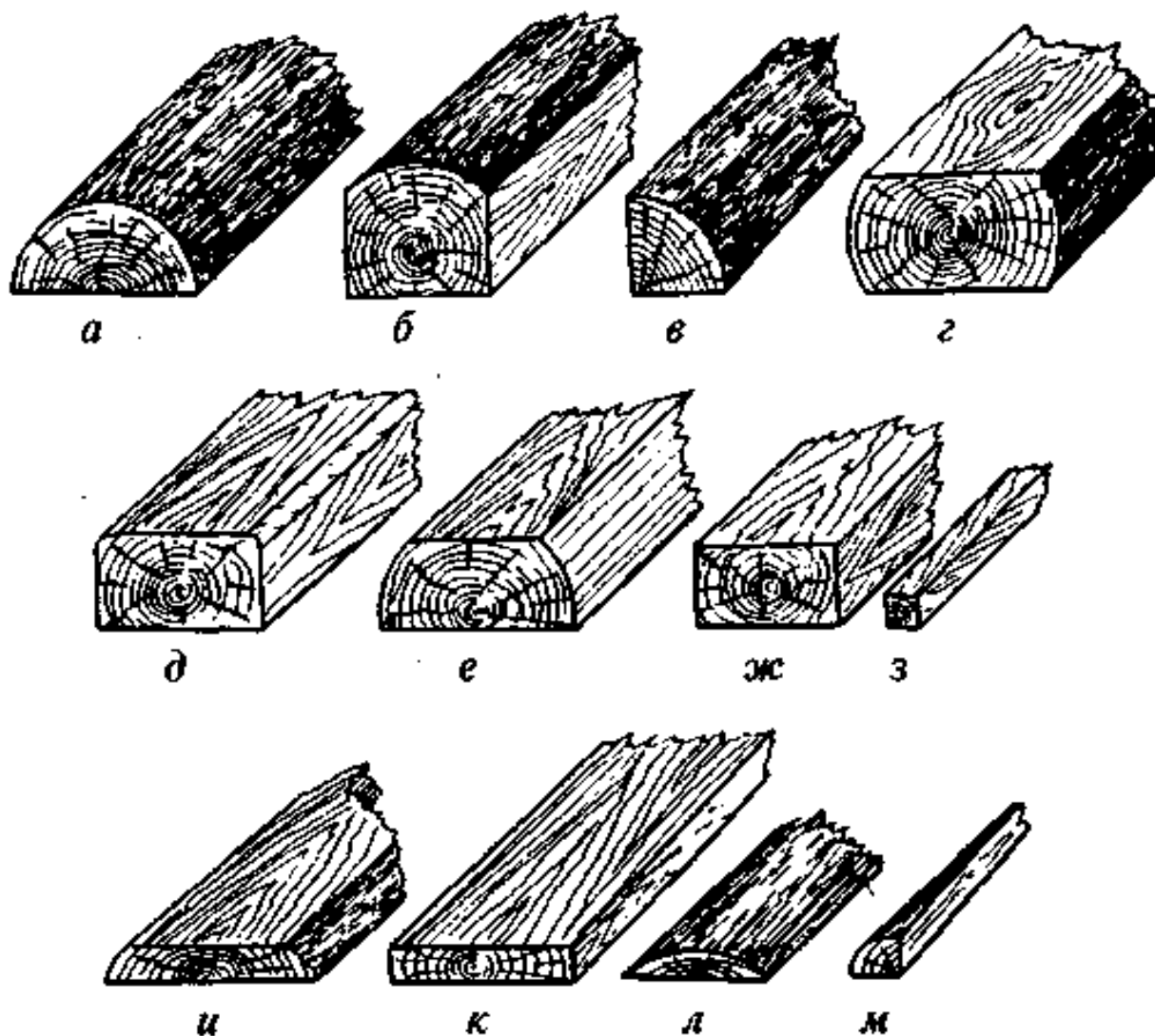


Рис. 4. Основные виды продукции, получаемой при продольной распиловке:  
а – пластина (сегмент); б – трехкантный брус (лафет); в – четвертина;  
г – двухкантный брус; д – обрезная шпала; е – необрезная шпала;  
ж – четырехкантный чистообрезной брус; з – брусок; и – необрезная доска;  
к – обрезная доска; л – горбыль; м – рейка

Одним из основных классификационных признаков установок для продольной распиловки является тип режущего инструмента. По этому признаку установки подразделяют на круглопильные и ленточнопильные станки, а также лесопильные рамы.

## 5.2. Способы раскря пиловочного сырья и постава

Способы раскря обуславливаются: качеством продукции, техническими требованиями к ней.

В приложении Д представлены основные параметры, которые необходимо учитывать при составлении и расчёте поставов.

Для выработки пиломатериалов массовых спецификаций, не требующих ориентации пластей досок относительно годичных слоев древесины (со смешанной ориентацией пластей), используются:

1) развальный способ (рис. 5). При этом способе бревно проходит через лесопильную раму один раз и распиливается на несколько необрезных досок;

2) брусово-развальный способ (рис. 6). При этом способе бревно вначале раскраивают на брус и на необрезные доски, а затем этот брус распиливают на обрезные доски шириной, равной толщине бруса.

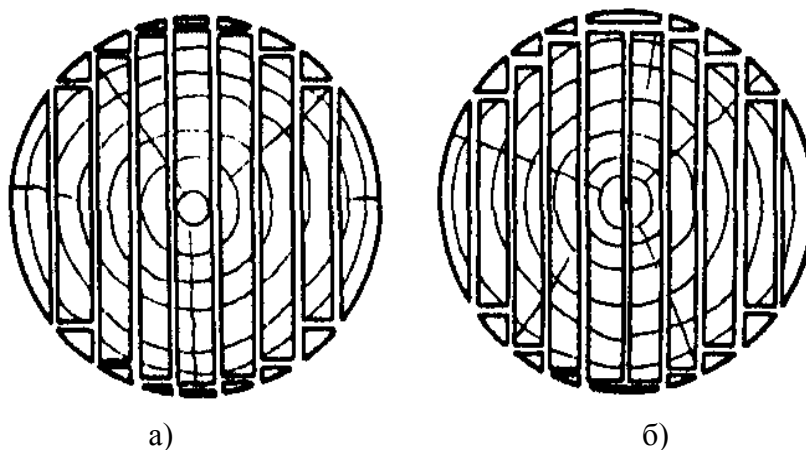


Рис. 5. Способ раскря бревна вразвал:  
а) с сердцевинной доской; б) с центральными досками

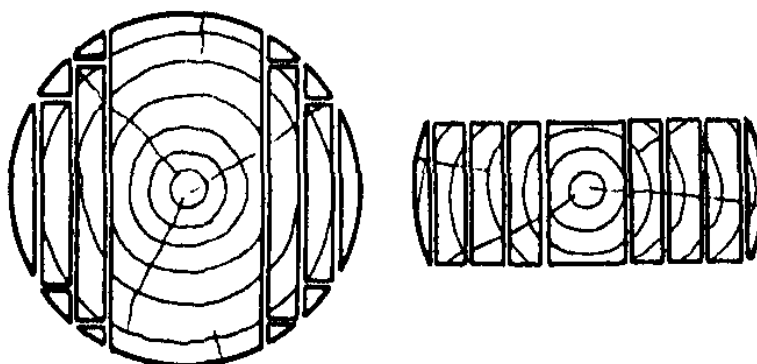


Рис. 6. Брусово-развальный способ

В соответствии с выбором способа составляют поставы на раскря бревен.

*Постав* – схема раскроя бревен на пиломатериалы заданных размеров и качества. Постав должен обеспечивать оптимальный раскрой бревен, т. е. получение наиболее количественного, качественного и спецификационного выхода пиломатериалов. Поставы рассчитывают до распиловки, они определяют набор и расположение пил, межпилльных и зажимных прокладок в лесопильной раме.

*Ширина постава* – расстояние между наружными пластами крайних досок.

По количеству досок постава бывают:

- четные (с центральными досками или двумя брусьями);
- нечетные (с сердцевинной доской или 1–3 брусьями).

По расположению досок относительно продольной оси бревна поставы бывают:

– симметричные (обеспечивают равномерное распределение нагрузок на раму (станок), лучшее качество распиловки, сокращают число сечения пиломатериалов, выпиливаемых из одного бревна).

– несимметричные.

По расположению пластов относительно продольной оси бревна доски могут быть:

– сердцевинная (из центральной части бревна или бруса, включая сердцевину; она бывает только одна и в нечетном поставе);

– центральные (две смежные доски, выпиленные из центральной части бревна или бруса и расположенные симметрично оси бревна);

– боковые (все остальные доски, расположенные за пределами сердцевинной и центральных).

Толстые доски следует располагать в средней части постава, а тонкие – по краям, это снижает отходы древесины в рейку.

Постав рассчитывают на определенный диаметр, длину и сбеги бревна. Количество досок в поставе определяет величину отходов древесины в рейки и опилки. Следует избегать установки в поставе большого числа тонких досок.

При планировании и выполнении раскроя пиловочного сырья необходимо обеспечить:

- оптимальный объемный выход пиломатериалов;
- высокое качество продукции;
- выработку пиломатериалов в соответствии с заданной спецификацией;
- полное использование производственных мощностей основного технологического оборудования;
- выпуск наименьшего числа сорторазмеров одновременно выпускаемых пиломатериалов.

Постава записываются различными способами, но чаще всего запись ведется в строчку: толщину досок записывают в том порядке, в каком она идет в поставе. Например, один из поставов вразвал для бревна диаметром  $d = 20$  см обозначают следующим образом:  $19 - 25 - 40 - 40 - 25 - 19$ , т. е. в середине бревна устанавливаются две центральные доски по 40 мм, следующие за ними боковые по 25 мм и далее боковые по 19 мм, а всего шесть досок.

Иногда запись несколько видоизменяют таким образом:

$$\frac{19}{1} - \frac{25}{1} - \frac{40}{2} - \frac{25}{1} - \frac{19}{1} \text{ или } \frac{40}{2} - \frac{25}{2} - \frac{19}{2}.$$

Запись поставов с брусковкой подобна записи поставов для распиловки вразвал, но ведется в две строчки с указанием «первый проход» и «второй проход».

**Пример.** Принимаем, что распиловка сортиментов ( $d = 20$  см;  $l = 4,0$  м) осуществляется бурсово-развальным способом на лесопильных рамах (модели 2Р) поставами:

первый проход:  $4,0 \frac{16}{75} - \frac{22}{100} - \frac{115}{162} - \frac{22}{100} - \frac{16}{75} 4,0;$

второй проход:  $4,0 \frac{16}{75} - \frac{50 - 50 - 50}{115} - \frac{16}{75} 4,0.$

Графическое изображение рассмотренного постава дано на рис. 7. Оно представляет проекцию бревна на плоскость, перпендикулярную его продольной оси (вид со стороны верхнего отруба (торца)). На такой схеме проектируется верхний отруб бревна с диаметром  $d$  и нижний (комлевой) торец с диаметром  $D$ . Внутренняя цилиндрическая часть бревна, имеющая диаметр  $d$ , дает наибольший выход пиломатериалов, особенно длинных. Остальная часть бревна, представленная на чертеже кольцевым сечением с диаметрами наружного круга  $D$  и внутреннего  $d$ , является сбеговой зоной.

Для пространственного представления о сбеговой зоне и возможностях ее использования целесообразно условно разделить эту зону концентрическими кругами на несколько равных частей. Обычно делят ее на число частей, соответствующее целому числу метров длины бревна. Например, при длине бревна 4 м сбеговая зона будет разделена на четыре части, как это показано на рис. 7. Тогда при расчетном сбеге 1 см на 1 м каждое сечение, представленное концентрическими кругами, будет отличаться от соседнего на 1 см диаметра и отстоять от него по длине бревна на 1 м.

На чертеж постава наносятся пропилы (I–I), образующие пласти пиломатериалов в соответствии с предполагаемым делением бревна на пиломатериалы. При известной толщине досок в поставе задача его расчета



сводится к определению ширины и длины досок. Для установления этих размеров необходимо знать расстояние между симметричными наружными пластами досок, которое составит из суммы толщины сухих досок, припусков на усушку и ширины пропилов. Каждой паре симметричных досок в поставе будет соответствовать свое расстояние между наружными пластами. Так, для центральных досок оно составит из толщины двух досок номинального размера, двух припусков на усушку и одной ширины пропила.

#### Примечания.

1. При составлении плана раскроя размеры пиломатериалов берутся с припуском на усушку (приложение Д, табл. Д.5., столбец 2).

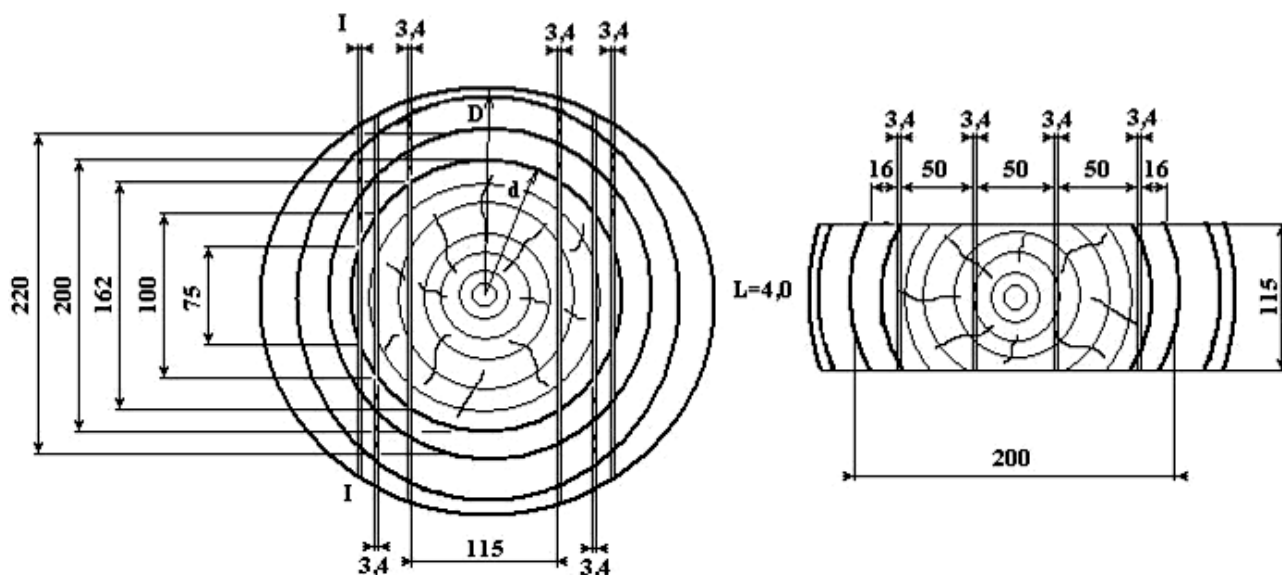


Рис. 7. План раскроя 1-го сортимента ( $d = 20$  см;  $l = 4,0$  м; порода – сосна) на лесопильной раме поставами:

$$\text{первый проход } 4,0 \frac{16}{75} - \frac{22}{100} - \frac{115}{162} - \frac{22}{100} - \frac{16}{75} 4,0;$$

$$\text{второй проход } 4,0 \frac{16}{75} - \frac{50 - 50 - 50}{115} - \frac{16}{75} 4,0$$

### 5.3. Отходы лесопильно-деревообрабатывающих и деревоперерабатывающих производств

Отходы лесопильно-деревообрабатывающих и деревоперерабатывающих производств по степени их измельчения можно классифицировать на две основные группы:

- твердые кусковые отходы: откомлёвки, козырьки, горбыли, рейки, отрезки и вырезки дефектных мест, отрезки досок, фанеры и плит;
- мелкие (сыпучие) отходы: опилки, стружка, отсев от щепы, древесная пыль.

Количество и качество кусковых отходов различно и зависит от технологического процесса распиловки пиловочного сырья, размерно-качественного состава распиливаемых бревен и применяемых поставов (табл. 5.3).

Таблица 5.3. Средний баланс древесины  
при раскросе сырья хвойных пород  $d = 20\text{--}22$  см и  $L = 6$  м

Пиломатериалы, отходы	Выход пиломатериалов при распиловке бревен, % объема сырья			
	вразвал		с брусковой	с брусковой
	необрезных	обрезных	50 %	100 %
Доски длиной от 1 м	74,0	56,0	57,5	59,0
Горбыли	6,0	6,0	8,5	10,0
Рейки	–	14,0	10,0	7,0
Коротье 0,3–1 м	3,0	3,0	3,0	3,0
Торцовые отрезки, вырезки	–	2,0	2,0	2,0
Опилки	10,0	12,0	12,0	12,0
Усушка	5,0	5,0	5,0	5,0
Распыл	2,0	2,0	2,0	2,0
ВСЕГО	100	100	100	100

При распиловке пиловочного сырья, кроме пилопродукции, образуются кусковые отходы в виде горбылей, реек, отрезков от торцов досок и вырезок (табл. 5.4).

Количество отходов лесопильно-деревообрабатывающих производств зависит от вида и качества поставляемого сырья, типа и размера изготавливаемой продукции, технического уровня и состояния оборудования.

Часть сырья безвозвратно теряется на распыл и усушку.

1. *Откомлёвки* образуются при оторцовке хлыстов и представляют собой комлевую часть ствола с такими пороками формы ствола, как сбежистость, ребристая или округлая закомелистость, которые снижают ка-

чество деловых сортиментов или совсем в них не допускаются. Откомлевки образуются и в случае дефектов стволов, возникших при валке леса. Длина откомлевок не превышает 1 м.

Таблица 5.4. Характеристика отходов при обработке и переработке древесины

Наименование отходов	Размеры, мм			Влажность, %	Отходы от исходного сырья, %
	длина	ширина	толщина		
1. Лесопиление (первичный раскрой)					
Горбыли	3000–6500	80–130	20–50	60–90	6–10
Рейки	2000–6500	35–100	25–100	60–90	7–14
Торцовые отрезки и вырезки	25–150	30–200	13–250	50–80	2–4
Опилки	Различные малых размеров			40–80	9–16
2. Деревообработка (вторичный раскрой) и деревопереработка					
Обрезки:					
- досок	300–600	150–300	25–60	8–15	10–15
- брусков	100–1500	30–60	25–60	8–15	9–10
- древесностружечных плит	до 3000	до 300	19	6–8	8–10
- древесноволокнистых плит	500–1200	50–500	4	6–8	8–10
Опилки и стружка	Различные малых размеров			6–15	9–15

2. *Козырьки* – это часть хлыста или первого сортимента, удаляемая для получения торцовой поверхности сортимента, перпендикулярной оси хлыста или сортимента. Возникает при механизированной при несовпадении плоскости подпила и валящего реза.

3. *Фаутные (поврежденные) вырезки*. См. подраздел 3.3.

4. *Горбыли* представляют собой отпиленную периферийную часть бревна, у которых одна пласть пропилена, а другая образована необработанной поверхностью бревна. Количество горбылей зависит от метода раскроя, диаметра и сбег бревен, правильности расчета поставов, сортировки бревен по смежным диаметрам и составляет от 6 до 10 % исходного сырья.

5. *Рейки* образуются при обрезке и раскросе пиломатериалов по ширине. Толщина реек всегда соответствует толщине выпиливаемых материалов. Объем реек значителен и составляет 7–14 % исходного сырья.

6. *Торцовые отрезки и вырезки* уступают по качеству горбылям и рейкам, имеют небольшую длину и составляют 2–4 % объема исходного сырья.

7. *Опилки* образуются в процессе лесопиления в объеме 9–16 % от распиливаемого сырья. Традиционно (около 30 %) опилки используются в гидролизном производстве, для изготовления древесных пластиков и древесной муки; в качестве топлива в котельных – 44 %; вывозится в отвал – 25 %.

8. *Кора* выполняет в процессе жизнедеятельности дерева ряд функций, в том числе защиту от вредных воздействий солнечного излучения, микроорганизмов, перепадов температуры и влажности атмосферного воздуха. Наружная поверхность ствола, сучьев, ветвей и корней покрыта слоем коры. Отходы окорки составляют 10–15 % объема стволовой древесины. Наибольшее количество коры содержится у лиственницы – до 25 % объема ствола (см. табл. 4.3). Количество коры, получаемой при окорке бревен, зависит от их диаметра, породы, возраста дерева, места произрастания. Структурный состав отходов при механической и барабанной окорке представлен в табл. 5.5.

Таблица 5.5. Структурный состав отходов окорки, %

Отходы окорки	Окорка	
	механическая	барабанная
Луб	59,8	86,4
Корка	36,8	9,5
Отщеп	3,4	4,1

К настоящему времени в промышленности проверен ряд направлений использования коры. Она нашла применение в качестве топлива, из нее изготавливают топливные брикеты, плитные и строительные материалы, удобрения для сельского хозяйства. Заготовку еловой коры для экстрактовой промышленности ведут во время окорки сортиментов. Из числа основных направлений использования коры наиболее важным является её переработка для получения дубильных экстрактов для кожевенной промышленности. В каждом конкретном случае размерная характеристика образующихся отходов для соответствующей группы производств может быть уточнена путем пробных измерений определенных видов отходов. Все замеры желательно обработать методом вариационной статистики. Учёт отходов ведется в кубических метрах плотной древесины, поэтому для пересчета кладочной или насыпной меры в объем плотной древесины используются коэффициенты заполнения (плотности).

Величина коэффициента плотности (полнодревесности) для некоторых видов отходов равна: рейка – 0,5–0,6; короткомер – 0,6–0,7; горбыль – 0,43–0,56; опилки – 0,21.

Значения коэффициентов для перевода плотных кубометров в насыпные представлены в табл. 5.6.

Таблица 5.6. Коэффициенты для перевода плотных кубометров в насыпные

Щепа	3,1
Кусковые отходы	2,2
Сучья и вершины	3,3
Опилки	3,6
Стружка	5,0
Кора и мусор	3,0

При производстве клеевой фанеры получают следующие отходы (%): при обрезке фанеры – 4–6; при сушке, ребросклейке и починке шпона – 3–4; на карандаши – 9–10; при оцилиндровке чурака и рубке шпона на ножницах – 17–19; при раскряжевке – 2–3. Безвозвратные потери – усушка шпона составляет 5–6 и упрессовка фанеры – 7–9 %. Количество образующихся отходов и потерь при производстве фанеры составляет 47–57 %.

Усредненный объем отходов различных видов деревообрабатывающих производств приводится в табл. 5.7.

Таблица 5.7. Усредненные объемы отходов различных производств, %

Наименование производств	Отходы основного производства		
	кусковые	мелкие сыпучие	всего
Лесопильное производство	18–24	8–14	26–38
Столярно-строительные изделия	27	15	42
Деревянное заводское домостроение	15	12	27
Мебельное	30	25	55
Деревянная тара	10	16	26
Паркет	23	26	49
Фанера клееная	50	2	52

В настоящее время широкое использование компьютерной техники и специальных программ позволяет значительно ускорить необходимые расчеты по определению состава компонентов баланса древесины, а, следовательно, и количества образующихся отходов на различных технологических этапах переработки сырья. Техничко-экономические показатели лесопильных цехов с различным оборудованием представлены в табл. 5.8.

Таблица 5.7. Техничко-экономические показатели лесопильных цехов

Показатели	Однопоточные			двухпоточный на базе лесопильных рам	четырёхпоточный на базе лесопильных рам и ленточно-пильных станков
	на базе фрезерно- брусующих станков	на базе фрезерно- пильных линий ЛАПБ	на базе фрезерно- пильных и фрезерно- обрезных станков		
Средний диаметр распиливаемого сырья, м	12,0	16,0	18,0	24,0	32,0
Мощность по распилу сырья, тыс. м <sup>3</sup>	54,0	100,0	112,0	250,0	735,0
Годовой объем производства по выпуску, тыс. м <sup>3</sup> :					
- пилопродукции	26,0	50,0	62,5	145,0	425,0
- технологической щепы	16,6	33,0	25,0	53,5	155,0
Выработка на 1 чел.- дн. производственных рабочих, м <sup>3</sup>	3,7	6,7	6,6	6,5	11,5

## 6. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ КОЛИЧЕСТВА ОТХОДОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Для расчета количества отходов необходимо весь баланс древесины тщательно распределить по составляющим, причем главной составляющей баланса является выход основной продукции из натуральной древесины (досок, брусков, заготовок, деталей и т. д.). На остальную древесину, представляющую собой вторичное сырье (отходы), должны быть выбраны соответствующие способы ее эффективной переработки.

Расчет целесообразно осуществлять исходя из состава баланса древесины (% или  $\text{м}^3$ ) при первичном раскросе, который можно представить в следующем виде:

$$Q = V + Q_{\text{от}} + Q_{\text{п}}, \quad (6.1)$$

где  $Q$  – количество перерабатываемого пиловочного сырья;  $V$  – количество получаемых пиломатериалов;  $Q_{\text{от}}$  – количество отходов (вторичного сырья);  $Q_{\text{п}}$  – количество потерь.

Общее количество образующихся отходов (% или  $\text{м}^3$ ) древесины при производстве пиломатериалов можно представить следующей зависимостью:

$$Q_{\text{от}} = q_{\text{г}} + q_{\text{р}} + q_{\text{в}} + q_{\text{о}}, \quad (6.2)$$

где  $q_{\text{г}}$  – объем древесины в горбылях;  $q_{\text{р}}$  – объем древесины в рейках;  $q_{\text{в}}$  – объем древесины в торцовых обрезках и вырезках;  $q_{\text{о}}$  – объем древесины в опилках.

Потери древесины ( $Q_{\text{п}}$ ) складываются из припусков на усушку по толщине и ширине пиломатериалов и нереализуемого отсева древесины. Эти потери можно представить выражением:

$$Q_{\text{п}} = q_{\text{у}} + q_{\text{п.р}}, \quad (6.3)$$

где  $q_{\text{у}}$  – потери древесины на усушку;  $q_{\text{п.р}}$  – потери древесины в распыл.

**Отходы древесины в горбыль.** Отходы древесины в горбыль в процентах от объема бревна рассчитывают по формуле

$$Q_{\text{г}} = 100 \cdot q_{\text{г}} / Q_{\text{б}}, \quad (6.4)$$

где  $q_{\text{г}}$  – объем горбыля,  $\text{м}^3$ ;  $Q_{\text{б}}$  – объем бревна,  $\text{м}^3$ .

Принимаем, что форма поперечного сечения горбыля посередине бревна имеет форму параболического сегмента, площадь которого можно рассчитать по формуле

$$S = \frac{2}{3} b_{\text{г}} h_{\text{г}}, \quad (6.5)$$

где  $b_{\Gamma}$  – ширина пласти горбыля в середине его длины, м;  $h_{\Gamma}$  – толщина горбыля в середине его длины, м.

**Примечание.** При выполнении расчетов размеры пиломатериалов берутся непосредственным измерением составленного плана раскроя по срединному диаметру.

Объем горбыля ( $\text{м}^3$ ) определяют по формуле:

$$q_{\Gamma} = \frac{2}{3} b_{\Gamma} h_{\Gamma} l_{\Gamma} n_{\Gamma}, \quad (6.6)$$

где  $l_{\Gamma}$  – длина горбыля, м;  $n_{\Gamma}$  – число горбылей, получаемых из одного бревна ( $n_{\Gamma} = 2$  при распиловке вразвал и  $n_{\Gamma} = 4$  при распиловке с брусовкой).

Приняв объем бревна

$$Q_{\text{б}} = \frac{\pi d_{\text{ср}}^2}{4} l, \quad (6.7)$$

получим объем горбылей в процентах от объема бревна:

– при распиловке вразвал:

$$Q_{\Gamma}^{\text{в}} = \frac{170 b_{\Gamma} h_{\Gamma}}{d_{\text{ср}}^2}, \quad (6.8)$$

– при распиловке с брусовкой:

$$Q_{\Gamma}^{\text{б}} = \frac{340 b_{\Gamma} h_{\Gamma}}{d_{\text{ср}}^2}, \quad (6.9)$$

где  $d_{\text{ср}}$  – диаметр в середине длины бревна, м.

Относительное значение отходов древесины в горбыль снижается с уменьшением толщины и ширины пласти горбыля и с увеличением диаметра бревна. В бревнах с повышенной сбежистостью отходы древесины в горбыль значительно увеличиваются. Кроме того, необходимо помнить, что заболонная часть бревна, попадающая в горбыль, содержит наиболее качественную часть древесины в пиловочном сырье.

**Отходы древесины в рейку.** При переработке необрезных досок на обрезные образуются значительные отходы древесины в рейку. Для определения процента этих отходов площадь поперечного сечения рейки посередине длины доски принимается за трапецию. Площадь поперечного сечения двух реек, полученной из необрезной доски, будет

$$q_{\text{р}} = (a + c) h, \quad (6.10)$$

где  $a$  – ширина верхней пласти рейки;  $c$  – ширина нижней пласти рейки;  $h$  – толщина рейки, соответствующая толщине доски.

Поправку на сегментность принимают на более 3 %, тогда объем двух реек составит ( $\text{м}^3$ ):

$$q_p = 1,03 (a + c) hl, \quad (6.11)$$

где  $l$  – длина рейки.

Отходы древесины в рейку  $Q_p$  (%) от объема бревна после соответствующих преобразований рассчитываются по формуле:

$$Q_p = 1,31 \frac{(a + c)h}{d_{\text{ср}}^2} 100. \quad (6.12)$$

Для определения процента отходов древесины от всех реек, полученных из одного бревна при производстве обрезных досок, необходимо суммировать процент отходов древесины в рейку от каждой доски, выпиленной из данного бревна.

Количество отходов в обзолную рейку возрастает при увеличении толщины вырабатываемого пиломатериала и уменьшения диаметра бревна. Поэтому тонкие пиломатериалы целесообразно вырабатывать из периферийной зоны бревна. Поперечный раскрой (или продольный раскрой по ширине) значительно сокращает отходы древесины в рейку и способствует повышению выхода обрезных пиломатериалов, но уже укороченных длин.

**Отходы древесины в дефектные вырезки.** Отходы древесины в дефектные вырезки и торцовые отрезки незначительны и составляют небольшой объем. Они принимаются в среднем 2–3 % от объема распиливаемых бревен. Однако эти расходы могут меняться в зависимости от качественной стороны сырья (гниль, кривизна и прочие), качества сушки и места торцовки в производственном процессе лесопиления. Так, например, в экспортном лесопилении на браковочно-торцовочных устройствах они могут примерно составить 3–5 % от перерабатываемого сырья.

**Отходы древесины в опилки.** Отходы древесины в опилки в основном будут зависеть от толщины применяемых пил, уширения зубьев при плющении и разводе, а также от толщины досок в поставе. В том случае, когда известны поставки на распиловку сырья, то отходы древесины в опилки ( $\text{м}^3$ ) можно рассчитать, исходя из следующих соображений:

– при распиловке вразвал:

$$q_o^B = 0,73 d_{\text{ср}} z \Pi; \quad (6.13)$$

– при распиловке с брусковой:

$$q_o^B = q_o^I + q_o^{II}, \quad (6.14)$$



где  $q_o^I$  – потери при первом проходе  $q_o^I = 0,63d_{cp}z\P$ ;  $q_o^{II}$  – потери на втором проходе  $q_o^{II} = 0,95h_6z\P$ ;  $z$  – количество пил;  $h_6$  – толщина бруса;  $\Pi$  – ширина пропила, м.

Отходы в опилки в процентах от объема сырья соответственно составят

$$Q_o^B = \frac{0,73d_{cp}z\P}{Q_6} 100; \quad (6.15)$$

$$Q_o^6 = \frac{q_o' + q_o''}{Q_6} 100, \quad (6.16)$$

где  $Q_6$  – объем бревна, м<sup>3</sup>.

**Потери древесины в припуски на усушку.** Размеры пиломатериалов по ГОСТ 8486–86 «Пиломатериалы хвойных пород. Технические условия» установлены для древесины с влажностью  $W = 20–22$  %. При распиловке древесины с большей влажностью пиломатериалы должны иметь дополнительные припуски на усушку. Поскольку припуски на усушку пиломатериалов не дифференцированы по тангентальности и радиальности, они зависят почти исключительно от спецификации пиломатериалов. Поэтому, зная спецификацию, можно подсчитать абсолютные величины потерь древесины в припуски на усушку. В среднем линейная усушка древесины (до абсолютно сухого состояния) в тангентальном направлении принимается равной 6–10 %, а в радиальном – 3–5 % от высушенных пиломатериалов. Усушка по длине (вдоль волокон) очень незначительна (0,1–0,3 %), поэтому в расчетах она не учитывается и припусками никакими не регламентирована.

Прежде чем перейти к расчету, необходимо отметить следующее. Расчетную усушку мы относим только к пиломатериалам, поскольку остальные виды продукции сдаются в обмере по сырому состоянию (опилки, щепа, горбыли, обапол и т. д.). Так, например, при распиловке вразвал усушка распространяется на рейку, а при распиловке с брусом, где рейки почти нет, горбыли перерабатываются в обапол или щепу (без сушки), сушка распространяется только на пиломатериалы. В этом случае более точно процент потерь древесины на объемную сушку можно подсчитать по следующей формуле

$$q_y = \left[ 1 - \frac{hb}{(h + y_n)(b + y_b)} \right] 100, \quad (6.17)$$

где  $y_n$  – усушка по толщине;  $y_b$  – усушка по ширине.

В технической и справочной литературе, а также при нормировании расхода сырья потери на объемную сушку вместе с распылом в общем балансе первичного раскроя принимается 6,0–8,0 % от объема сырья.

**Определение отходов при производстве заготовок фрезерованием.**  
План переработки сырья фрезерованием представлен на рис. 8.

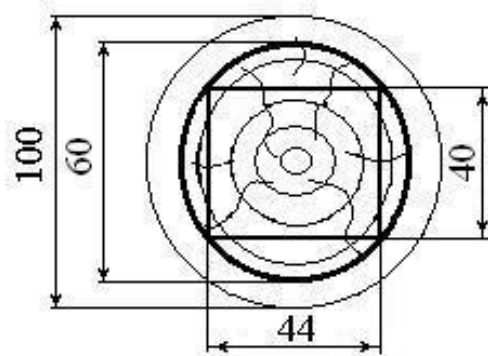


Рис. 8. План обработки сортимента ( $d = 6$  см,  $L = 4$  м)  
на фрезерно-брусующем станке

В производстве деталей при фрезеровании заготовок к основным потерям относится станочная стружка. В этом случае объем образующихся отходов в процентах можно определить по формуле

$$q_{\text{от}} = \frac{q_3 - q_d}{q_3} 100 \%, \quad (6.18)$$

где  $q_3$  – объем заготовки (черновых деталей, сортимента),  $\text{м}^3$ :  $q_3 = \frac{\pi d_{\text{ср}}^2}{4} l$ ;  $q_d$  – объем полученных деталей,  $\text{м}^3$ :  $q_d = bhl$  ( $b$ ,  $h$ ,  $l$  – ширина, толщина, длина получаемой детали (бруска), м (приложение Д, табл. Д.6).

## 7. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ПРИ ЛЕСОПИЛЕНИИ И ДЕРЕВООБРАБОТКЕ

Для определения ресурсов дополнительного сырья при лесопилении и деревообработке применяются балансовый и нормативно-балансовый методы.

**Балансовый метод.** Балансовый метод основывается на определении разницы между объемами перерабатываемого сырья и готовой продукцией из выражения

$$V = V_{\text{пр}} + Q_{\text{о+п}}. \quad (7.1)$$

Отсюда

$$Q_{\text{о+п}} = V - V_{\text{пр}} = V(1 - 1/H) = V_{\text{пр}}(H - 1), \quad (7.2)$$

где  $Q_{\text{о+п}}$  – объем отходов и потерь,  $\text{м}^3$ ;  $V$  – объем сырья, используемого в данном производстве,  $\text{м}^3$ ;  $V_{\text{пр}}$  – объем продукции, вырабатываемой из данного объема сырья,  $\text{м}^3$ ;  $H$  – удельный расход сырья на выработку единицы продукции,  $\text{м}^3/\text{ед}$ .

В результате вычисления по формуле (7.2) получается суммарный объем кусковых, сыпучих (мягких) отходов и безвозвратных потерь, а для планирования их использования необходимо иметь данные отдельно по видам. Поэтому балансовый метод обычно применяется только для проверки полученных результатов расчетов, ресурсы древесных отходов для целей планирования их использования определяются нормативно-балансовым методом.

**Нормативно-балансовый метод.** Нормативно-балансовый метод подразделяется на два варианта. При любом из двух вариантов сначала определяются суммарные объемы отходов балансовым методом, а затем полученные результаты по имеющимся нормативам разделяются на отдельные виды исходя из следующих условий.

При известных нормативах образования отдельных видов отходов и потерь из указанного объема сырья или продукции неизвестная величина объема отхода (например, образование кусковых отходов лесопиления при известных нормативах опилок и безвозвратных потерь) определяется по следующим зависимостям:

$$Q_{\text{о}} = V \frac{N_{\text{о}}}{100}; \quad Q_{\text{б}} = V \frac{N_{\text{б}}}{100}; \quad (7.3)$$

$$Q_{\text{к}} = V(1 - 1/H - N_{\text{б}}/100 - N_{\text{о}}/100) = V_{\text{пр}} \left[ H - 1 - \frac{H}{100}(N_{\text{б}} + N_{\text{о}}) \right], \quad (7.4)$$

где  $Q_o$ ,  $Q_6$  – количество опилок и безвозвратных потерь,  $\text{м}^3$ ;  $N_o$  – норматив образования опилок относительно сырья, %;  $N_6$  – норматив безвозвратных потерь, %;  $Q_k$  – количество кусковых отходов,  $\text{м}^3$ .

При известной структуре образующихся отходов по видам применяется формула

$$Q_i = (1 - 1/H)\gamma_i V/100, \quad (7.5)$$

где  $Q_i$  – количество отходов данного вида,  $\text{м}^3$ ;  $\gamma_i$  – доля данного вида отхода в общем их объеме, %.

## 8. СПОСОБЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ

Определяя пути и направления использования отходов, как вторичного сырья, необходимо оценить и принять такую продукцию, которая при прочих равных условиях позволит сэкономить наибольшее количество деловой древесины. В настоящее время наметились следующие способы использования вторичного сырья:

- непосредственное использование без предварительной переработки;
- использование путем механической переработки;
- использование с помощью химической переработки;
- комбинированный (химико-механический) способ использования.

Перечисленные способы различаются по степени превращения древесины в конечный продукт.

**Механическая переработка** заключается в изменении ее форм пилением, строганием, фрезерованием, лущением, точением, сверлением, раскалыванием.

Подробная классификация способов механической обработки древесины представлена на рис. 9.

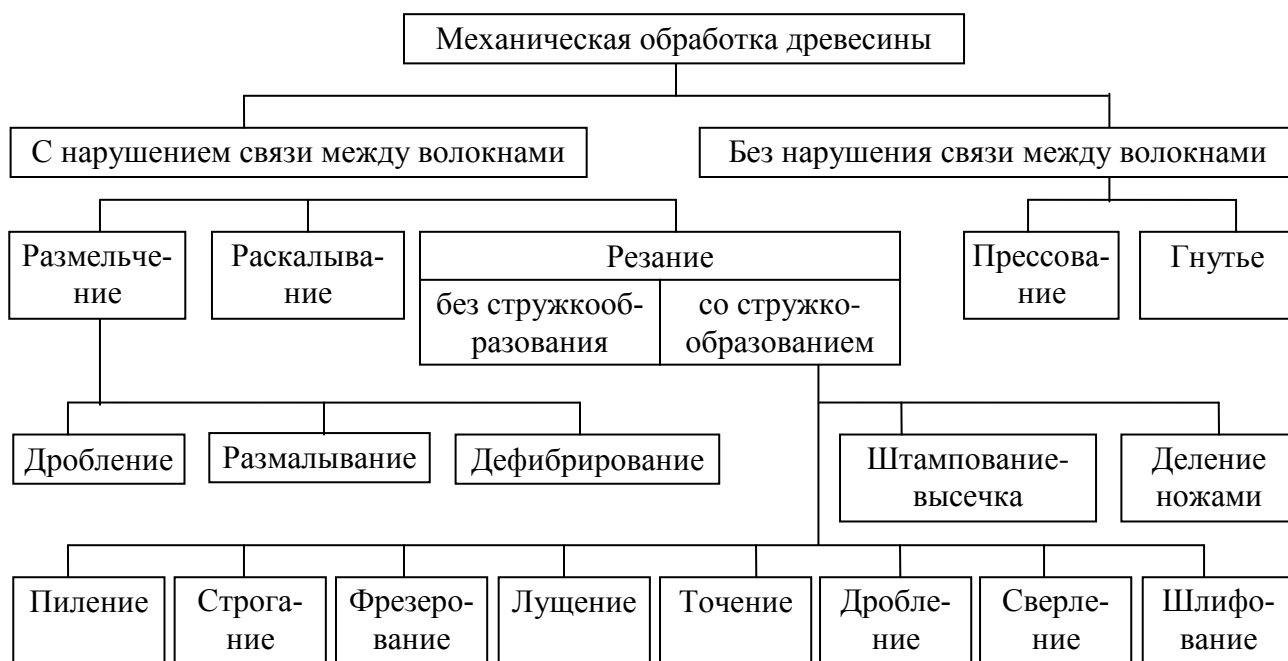


Рис. 9. Классификация способов механической обработки древесины (по данным проф. А. Л. Бершадского)

В результате механической переработки получают разнообразные товары народного потребления и промышленного назначения, продукцию и сырье для смежных и перерабатывающих отраслей промышленности. Механическим истиранием древесины получают волокнистые полуфабрикаты.

При **химико-механической переработке** получают промежуточный продукт из древесины, однородный по составу и размерам, – специально резаную стружку, щепу, дроблёнку, шпон. Промежуточный продукт, получаемый механическим способом, покрывают синтетическим связующим веществом. Под действием температуры и давления происходит реакция полимеризации связующего, в результате чего промежуточный древесный продукт прочно склеивается. В качестве связующего вещества может быть использован цемент и другие минеральные вяжущие вещества. При химико-механической переработке получают фанеру, столярные, древесностружечные и цементно-стружечные плиты, арболит, и фибролит. Химико-механический способ используется при получении волокнистых полуфабрикатов в целлюлозно-бумажной промышленности.

Одно из направлений химико-механической переработки состоит в получении модифицированной древесины, у которой изменяются физические свойства и химический состав.

Химическая переработка древесины осуществляется термическим разложением, воздействием на нее растворителей, щелочей, кислот, кислых солей сернистой кислоты. Термическое разложение, или пиролиз древесины, осуществляется нагреванием древесины при высокой температуре без доступа воздуха. При пиролизе получают твердые, жидкие и газообразные продукты. Из них наибольшее практическое применение в народном хозяйстве имеет древесный уголь.

При помощи растворителей из древесины, предварительно измельченной в щепу, извлекают различные экстрактивные вещества. При экстракции водой получают дубители. Клеящие свойства камеди, извлекаемой водой из древесины лиственницы, используются в полиграфической, текстильной и спичечной промышленности. При экстракции бензином пневого осмола, измельченного в щепу, из древесины наиболее экономным способом извлекают канифоль. Этот ценный продукт широко используется для получения высококачественной бумаги, как заменитель жиров в мыловарении, для производства лаков, линолеума, резины, электротехнических и других изделий. Гидролизом лиственной древесины, разбавленной кислотой или водой под давлением получают **фурфурол** – тяжелокипящая (161,7 °C) жидкость плотностью 1,16 г/см<sup>3</sup>. Фурфурол служит исходным сырьем для получения твердых смол, используемых в производстве стекловолокна, некоторых деталей самолетов, автомобильных тормозов. Фурфурол служит исходным сырьем для получения антимикробных препаратов, таких как фурацилин.

Выбор любого из указанных направлений будет зависеть от следующих причин:

- 1) объема и типа производства;
- 2) количества и вида образующихся отходов;

- 3) наличия потребителей вырабатываемой из отходов продукции;
- 4) местных условий;
- 5) транспортных возможностей;
- 6) экономической эффективности принятой технологии по переработке отходов.

Одним из важных вопросов в эффективности использования отходов является транспортировка их в пункты потребления, а также такие показатели, как транспортабельность и дальность перевозки. В каждом конкретном случае выбор того или иного вида транспорта может быть правильно решен только после соответствующих технико-экономических расчетов.

## 9. ЩЕПА И ЕЁ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Щепа является основой комплексного использования древесины. Она открывает неограниченные возможности для утилизации практически любого древесного сырья, включая нетранспортабельные отходы и вторичное сырьё. Процесс производства щепы может осуществляться на любой стадии заготовки и обработки древесины, начиная от измельчения в лесу целых деревьев до переработки древесных отходов. Расширение на предприятиях лесного комплекса производства щепы, особенно за счет вовлечения в этот процесс дополнительных видов сырья, будет способствовать улучшению использования лесосечного фонда.

### 9.1. Классификация древесных частиц

В процессе механической переработки древесного сырья получают измельченную древесину в виде древесных частиц различной формы и размеров. В соответствии с ГОСТ 23246–78 «Древесина измельченная. Термины и определения» различают: щепу, дробленку, стружку, опилки, древесную муку и древесную пыль.

*Щепа* – это измельченная древесина установленных размеров, получаемая в результате переработки древесного сырья рубительными машинами и специальными устройствами и используемая в качестве технологического сырья или топлива.

*Технологическая щепа* – древесные частицы в виде косоугольного параллелепипеда с острым углом 30–60°, заданной длины и толщины, предназначенные для производства целлюлозы, древесных плит, продукции лесохимических и гидролизных производств.

*Топливная щепа* – измельченное древесное сырьё, которое по своему качеству может быть использовано только как топливо.

*Зеленая щеп* – древесные частицы, содержащие примеси коры, хвои и листьев, получаемые при измельчении целых тонкомерных деревьев, лесосечных отходов, сучьев и ветвей. Зеленую щепу используют в виде добавок в производстве древесных плит, гидролизных продуктов, а также как топливо.

*Дробленка* – древесные частицы, получаемые при измельчении древесного сырья в дробилках и молотковых мельницах.

*Древесная стружка* – тонкие длинные древесные частицы, образующиеся при резании древесины на стружечных станках. Различают резаную стружку в производстве древесностружечных плит, древесную стружку в производстве цементного фибролита и упаковочную стружку.

*Микростружка* – мелкие древесные частицы толщиной до 0,25 мм и длиной 6–8 мм, получаемые из древесной стружки или опилок на специальном размольном оборудовании. Микростружку наряду с древесной пылью используют для формирования наружных слоев древесностружечных плит с мелкоструктурной поверхностью.

*Технологические опилки*, в отличие от обычных мелких древесных опилок, имеют вид тонких длинных частиц, получаемых в процессе пиления древесины специальными пилами.

*Древесная пыль* – несортированные древесные частицы размером менее 1 мм, которые образуются при шлифовании и другой механической обработке древесины.

*Древесная мука* – мелкие, измеряемые в десятках и сотнях микрон, древесные частицы заданного гранулометрического состава, получаемые механическим размолотом сухих древесных опилок и стружек.

## 9.2. Классификация щепы

Классификация щепы осуществляется по назначению, гранулометрическому (фракционному) составу, виду используемого древесного сырья и способу его измельчения.

По назначению различают щепу технологическую, зеленую и топливную.

По гранулометрическому составу различают щепу кондиционную, крупной и мелкой фракций. В зависимости от измельчаемого *древесного сырья*, его вида и качества различают щепу:

- из пнево-корневой древесины;
- сучьев и целых тонкомерных деревьев (зеленая щеп);
- круглых и колотых лесоматериалов;
- отходов раскряжевки;
- отходов лесопиления и шпалопиления.

По породному составу исходного сырья различают щепу хвойных, лиственных и смешанных пород. В щепе хвойных пород отдельно выделяют щепу из древесины ели и пихты, щепу из древесины лиственницы. В



щепе из древесины лиственных пород выделяют щепу твердолиственных и щепу мягколиственных пород.

По способу переработки древесного сырья различают щепу, полученную измельчением в дисковых или барабанных рубительных машинах, и щепу, полученную фрезерованием древесины специальным инструментом.

### 9.3. Назначение щепы

В зависимости от назначения технологическую щепу классифицируют и разделяют на следующие группы (марки): Ц-1, Ц-2, Ц-3, ГП-1, ГП-2, ГП-3, ПВ, ПС. Назначение или направления использования технологической щепы в производстве приведены в табл. 9.1.

Таблица 9.1. Марки и назначение технологической щепы

Марка	Назначение
<i><b>В целлюлозно-бумажной промышленности</b></i>	
Ц-1	Для производства сульфатной целлюлозы и древесной массы, направляемой на изготовление бумаги с регламентируемой сортностью
Ц-2	Для производства сульфитной целлюлозы и древесной массы, направляемой на изготовление бумаги и картона с нерегламентируемой сортностью, а также сульфатной и бисульфатной целлюлозы, направляемой на изготовление бумаги и картона с регламентируемой сортностью
Ц-3	Для производства сульфатной целлюлозы и различных видов полуцеллюлозы, предназначенных для изготовления бумаги и картона с нерегламентируемой сортностью
<i><b>Для использования в гидролизном производстве</b></i>	
ГП-1	Для производства спирта, дрожжей, глюкозы и фурфурола
ГП-2	Для производства пищевого кристаллического ксилита
ГП-3	Для производства фурфурола и дрожжей при двухфазном гидролизе
<i><b>Для использования в плитном производстве</b></i>	
ПВ	Для производства древесноволокнистых плит
ПС	Для производства древесностружечных плит

### 9.4. Основные требования, предъявляемые к щепе

Требования к щепе регламентируются ГОСТ 15815–83 «Щепа технологическая. Технические условия». Качество технологической щепы оценивается по следующим показателям:

- 1) содержанию примесей коры, гнили и минеральных частиц;
- 2) фракционному составу;
- 3) качеству поверхности и углу среза частиц;
- 4) составу щепы по породам.

1) На потребительские свойства получаемой из щепы продукции отрицательное воздействие оказывают различного рода примеси в щепе. Поэтому качество щепы характеризуется содержанием в ней примесей. К та-

ким примесям относятся кора, гниль и минеральные частицы. Требования к щепе по содержанию в ней коры, гнили и минеральных включений изложены в табл. 9.2.

Таблица 9.2. Содержание примесей в щепе

Марка щепы	Массовая доля, %, не более		
	коры	гнили	минеральных примесей
Ц-1	1,0	1,0	Не допускаются
Ц-2	1,5	3,0	0,3
Ц-3	3,0	7,0	0,3
ГП-1	11,0	2,5	0,5
ГП-2	3,0	1,0	Не допускаются
ГП-3	3,0	1,0	0,3
ПВ	15,0	5,0	1,0
ПС	15,0	5,0	0,5
В щепе не допускается наличие обугленных частиц и металлических включений			

2) Одним из основных показателей качества щепы является ее фракционный состав. В соответствии с существующими методиками и ГОСТ 15815–83 фракционный состав щепы определяется в результате стратификации навески щепы на анализаторе гирационного типа АЛГ-М.

В процессе анализа выделяют кондиционную, мелкую и крупную фракции. Фракционный состав щепы определяется линейными размерами частиц – их длиной и толщиной. Длина щепы – это ее размер по направлению волокон; ширина щепы определяется в направлении, перпендикулярном направлению волокон (рис. 10).

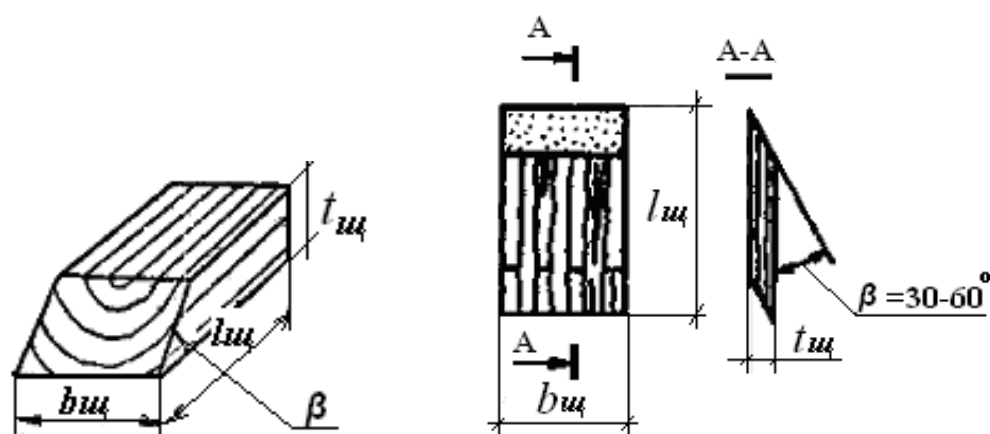


Рис. 10. Геометрические характеристики щепы:

$l_{щ}$  – длина щепы;  $b_{щ}$  – ширина щепы;  $t_{щ}$  – толщина щепы;  $\beta$  – угол среза

Максимально допустимые размеры частиц в зависимости от назначения щепы представлены в табл. 9.3.

Таблица 9.3. Допускаемые размеры частиц щепы

Назначение щепы	Длина частиц, мм	Толщина, мм
Для выработки целлюлозы	15–25	5
Для гидролизного производства	5–35	5
Для древесноволокнистых плит	10–35	5
Для древесностружечных плит	10–60	30
Для котельных установок	До 100	20

**Примечания.**

1. Ширина частиц технологической щепы для всех производств не регламентируется.
2. Для технологической щепы, приготовленной из тонкомерных деревьев и сучьев, необходимо использовать ТУ 13735-83.

Рассеивание размеров частиц щепы принято характеризовать фракционным составом, определяемым методом лабораторного ситового анализа.

В задачу сортировки входит фракционирование щепы – разделение ее на фракции, т. е. на части различных размеров.

*Фракция* – это совокупность древесных частиц, близких по своим геометрическим размерам.

*Фракционный состав щепы* – это количественное соотношение древесных частиц определенных размеров в общей массе щепы.

*Фракция щепы* – это совокупность древесных частиц, близких по своим геометрическим размерам.

При производстве технологической щепы ее делят на следующие фракции:

– *Кондиционная фракция* – это совокупность древесных частиц, размеры которых соответствуют требованиям стандартов, технических условий к измельченной древесине и зависят от дальнейшего направления использования щепы.

– *Мелкая фракция* – это совокупность древесных частиц, прошедших при сортировке через сита сортирующих устройств, на которых задерживается кондиционная фракция древесных частиц.

– *Крупная фракция* – это совокупность древесных частиц (щепы), оставшихся после сортировки на сите с наибольшим (в соответствии с требованиями) проходным сечением отверстий сита сортирующих устройств.

– *Отсев* – совокупность древесных частиц (технологической щепы), которые после сортировки проходят все сечения сит и собираются на поддоне сортирующих устройств.

Фракционный состав щепы определяется с помощью ситового анализатора марки АЛГ-М с набором контрольных сит с отверстиями 30, 20, 10 и 5 мм и поддоном. Требования к щепе по массовой доле остатков на ситах анализатора приведены в табл. 10.4. Количество щепы, не соответствующей этим требованиям, не должно превышать 30 % объема партии.

Таблица 9.4. Требования к щепе по массовой доле остатков на ситах анализатора

Массовая доля остатков на ситах с отверстиями диаметром	Установленный норматив (%) для марок щепы							
	Ц-1	Ц-2	Ц-3	ГП-1	ГП-2	ГП-3	ПВ	ПС
30 мм, не более	3,0	5,0	6,0	5,0	5,0	5,0	10,0	5,0
20 и 10 мм, не менее	86,0	84,0	81,0	90,0	90,0	94,0	79,0	85,0
5 мм, не более	10,0	10,0	10,0	90,0	90,0	94,0	10,0	85,0
На поддоне, не более	1,0	1,0	3,0	5,0	5,0	1,0	1,0	10,0

3) ГОСТ 15815–83 предъявляет высокие требования к качеству торцовых срезов у частиц щепы и угла среза.

Щепа для целлюлозного производства и производства древесноволокнистых плит должна быть без мятых кромок (мятыми кромками считают кромки, обмятые по всей ширине щепы), угол среза равен 30–60° (рис. 10.1). Количество щепы, не соответствующей этим требованиям, не должно превышать 30 % от объема партии.

В щепе для производства древесностружечных плит и гидролиза качество кромок и угол среза не учитывают.

4) Состав технологической щепы по породам древесины оказывает существенное влияние на целый ряд показателей (выход, качество и др.) вырабатываемой из нее продукции.

По своему строению, а также физическим, механическим и химическим свойствам древесные породы значительно отличаются друг от друга. В связи с этим для обеспечения наиболее высоких показателей процесса получения продукции стандарт регламентирует применение той или иной породы древесины для получения каждого из видов продукции (табл. 9.5).

Таблица 9.5. Породы древесины для изготовления технологической щепы

Назначение щепы	Массовая доля пород древесины в щепе, %			
	хвойных 100	лиственных 100	в смеси	
			хвойных	лиственных
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
<b>Для целлюлозно-бумажной промышленности</b>				
Производство сульфитной и бисульфитной целлюлозы	Ель, пихта	–	Не менее 90	Не более 10
	–	Береза, осина, тополь, ольха, бук, граб	Не более 10	Не менее 90
Производство сульфатной целлюлозы	Все породы, лиственница отдельно		Не менее 90	Не более 10
	–	Все породы	Не более 10	Не менее 90
Производство нейтрально-сульфитной целлюлозы	Не допускается	Все породы	Не допускается	
Производство полуцеллюлозы	Все породы	–	Не менее 90	Не более 10
	–	Все породы	Не более 10	Не менее 90

Продолжение табл.9.5.

1	2	3	4	5
Производство древесной массы	Ель, пихта	Не допускается	Не допускается	
Для гидролизного производства				
Дрожжевое производство	Все породы	Все породы	Допускается в любом соотношении	
Спиртовое производство	Все породы	–	Не менее 70	Не более 30
	–	Все породы	Не более 30	Не менее 70
Глюкозное производство	Все породы	Не допускается	Не допускается	
Производство фурфурола	Не допускается	Все породы	Не более 5	Не менее 95
Производство ксилита	Не допускается	Береза, примесь осины не более 10	Не допускается	
Производство фурфурола и дрожжей при двухфазном гидролизе	Не допускается	Береза, бук, клен, дуб, граб, примесь осины не более 10	Не допускается	
Для плитного производства				
Производство ДВП и ДСП	Все породы	Все породы	Допускается по согласованию с потребителем	

Одновременно ограничивается соотношение хвойных и лиственных пород древесины при поставке смеси.

По соглашению между поставщиком и потребителем щепы допускаются другие соотношения породного состава. Влажность щепы, поставляемой для технологических целей, не нормируется.

### 9.5. Свойства щепы

Щепа – сыпучий материал. По геометрической форме древесных частиц, их размеру и составу щепа характеризуется как однородный сыпучий материал. Структура щепы как сыпучего тела является важнейшим фактором, определяющим его механические свойства.

Для щепы характерны:

- связность частиц;
- подвижность частиц;
- смерзаемость;
- слеживаемость;
- уплотнение при статических и динамических воздействиях;
- сводообразование при истечении из бункеров и силосов;
- при свободной отсыпке в виде «дождя» частицы щепы образуют конусную кучу с определенным углом при основании.

Как материал органического происхождения, щепа гигроскопична и подвержена поражению микроорганизмами. Подобно другим раститель-

ным материалам большая масса щепы обладает способностью саморазогреваться и при определенных условиях самовозгораться.

Основными параметрами, характеризующими свойства щепы, являются:

- объемная масса;
- влажность;
- коэффициент полндревесности;
- коэффициент уплотнения;
- угол естественного откоса;
- коэффициент внутреннего трения;
- начальное сопротивление сдвигу;
- коэффициент трения-скольжения о различные поверхности.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Технологические процессы, обеспечивающие рациональное использование всей биомассы дерева и отходов переработки древесины, позволяют комплексно решать экологические и экономические проблемы предприятий лесного комплекса. Изучение рационального распределения баланса древесины на разные виды продукции, с учетом условий производства, технологических процессов, потребления, транспорта, наличия сырьевых ресурсов и т. д., является очередной технико-экономической проблемой, подлежащей дальнейшему научному исследованию.

Использование древесных отходов лесного комплекса можно развивать в нескольких направлениях:

- в лесохимическом производстве (углежжение, производство канифоли, скипидара, уксусной кислоты и т. д.);
- в топливной промышленности (брикеты и пеллеты);
- в плитном производстве (древесностружечные и древесноволокнистые плиты);
- в производстве строительных материалов с органическими заполнителями из щепы, опилок и стружек (различные утеплители и стеновые блоки);
- в производстве зеленых кормов и сельскохозяйственных удобрений;
- в производстве специального гумуса для парниковых хозяйств и выращивания грибов.

Вторичное использование отходов лесозаготовки, деревообработки и деревопереработки создает колоссальные потенциальные возможности, дающие умелым хозяевам немалую прибыль, избавление от ресурсного голода и возможности получения экологически безопасных, конкурентоспособных видов продукции.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Биомасса древесины и биоэнергетика [Текст] : монография / Л. А. Занегин, И. В. Воскобойников, В. А. Кондратюк, В. М. Щелоков. – Москва : ГОУ ВПО МГУЛ, 2008. – Т. 1. – 428 с.
2. Биомасса древесины и биоэнергетика [Текст] : монография / Л. А. Занегин, И. В. Воскобойников, В. А. Кондратюк, В. М. Щелоков. – Москва : ГОУ ВПО МГУЛ, 2008. – Т. 2. – 456 с.
3. Гомонай, М. В. Технология переработки древесины [Текст] : учеб.-справ. пособие / М. В. Гомонай. – Москва : МГУЛ, 2001. – 232 с.
4. Комплексное использование древесины [Текст] / В. А. Кацадзе, В. Н. Досмаев, Е. М. Цатурян [и др.]. – Санкт-Петербург : ЛТА, 1992. – 28 с.
5. Коробов, В. В. Переработка низкокачественного сырья (проблемы безотходной технологии) [Текст] / В. В. Коробов, Н. П. Рушнов. – Москва : Экология, 1991. – 288 с.
6. Никишов, В. Д. Комплексное использование древесины [Текст] : учебник для вузов / В. Д. Никишов. – Москва : Лесн. пром-сть, 1985. – 264 с.
7. Сеницын, С. Г. Безотходное лесопользование: в мире экологических стрессов [Текст] : / С. Г. Сеницын // Лесн. пром-сть. – 1991. – № 2. – С. 10-11.
8. Справочник по лесопилению [Текст] / Е. С. Богданов, А. Н. Боровиков [и др.] ; под ред. С. М. Хасдана. – Москва : Лесн. пром-сть, 1980. – 424 с.
9. Техника и технология производства щепы в леспромпхозе [Текст] / С. Б. Васильев, В. И. Пятакин., И. Р. Шегельман. – Петрозаводск : ПетрГУ, 2001. – 100 с.
10. Технология и проектирование лесных складов [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. К. Редькин, В. Д. Никишов, А. К. Суханов, А. А. Шадрин. – Москва : Экология, 1991. – 288 с.
11. Цыгарова, М. В. Комплексное использовании древесины: метод. указания. / М. В. Цыгарова. – Ухта: УГТУ, 2004. – 32 с.
12. Цыгарова, М. В. Комплексное использовании древесины: метод. указания. / М. В. Цыгарова. – Ухта: УГТУ, 2007. – 55 с.
13. Цыгарова, М. В. Комплексное использовании древесины: метод. указания. / М. В. Цыгарова. – Ухта: УГТУ, 2011. – 54 с.
14. Шадрин, А. А. Комбинированные лесообработывающие цехи лесозаготовительных предприятий [Текст] : монография / А. А. Шадрин. – Москва : ГОУ ВПО МГУЛ, 2006. – 106 с.
15. Ясинский, В. С. Рациональное и комплексное использование отходов лесопильно-деревообрабатывающих производств [Текст] / В. С. Ясинский. – Ленинград : ЛТА, 1990. – 44 с.



## ГЛОССАРИЙ

**Балансы** – круглые или колотые сортименты, предназначенные для производства целлюлозы и древесной массы.

**Бревно** – круглый деловой сортимент, предназначенный для использования в круглом виде или в качестве сырья для выработки пиломатериалов.

**Деловая древесина** – хлысты или их отрезки, применяемые в круглом виде или в качестве сырья для механической и химической переработки, отвечающие требованиям стандартов или техническим условиям на деловые сортименты.

**Деловой сортимент** – сортимент, предназначенный для дальнейшей переработки или использования без переработки, кроме дров.

**Длина щепы** – это ее размер по направлению волокон.

**Длинномерный сортимент** – круглый деловой сортимент длиной свыше 6,5 м.

**Долготьё** – отрезок хлыста, предназначенный для разделки на сортименты и имеющий длину, кратную или равную общей длине получаемых сортиментов, с припуском на разделку.

**Древесная зелень** – хвоя, листья и неодревесневшие побеги, используемые для производства лесохимических продуктов.

**Древесное сырьё для сухой перегонки** – круглые или колотые сортименты, используемые для выработки продукции лесохимического производства.

**Древесное сырьё для углежжения** – круглые или колотые сортименты, используемые для выработки древесного угля.

**Древесный хлыст** – ствол поваленного дерева, отделенный от корневой части и очищенный от сучьев.

**Дрова** – круглые или колотые сортименты, предназначенные для использования в качестве топлива.

**Дровяная древесина** – низкокачественная древесина, используемая в качестве топлива и сырья для углежжения и сухой перегонки.

**Дубильное корье** – кора, используемая для изготовления дубильных экстрактов.

**Жердь** – тонкомерный деловой сортимент, предназначенный для использования в строительстве и сельском хозяйстве.

**Карандашный кряж** – кряж, предназначенный для выработки карандашных дощечек.

**Катушечный кряж** – кряж, предназначенный для выработки катушечных заготовок.

**Клепочный кряж** – кряж, предназначенный для выработки деталей бочковой тары.

**Кол для снеговых щитов** – круглый лесоматериал, предназначенный для использования в качестве опор снеговых щитов.

**Колодочный кряж** – кряж, предназначенный для выработки заготовок обувных колодок.

**Колотые лесоматериалы** – расколотые отрезки хлыстов, применяемые в качестве сырья для механической и химической переработки, а также как топливо, отвечающие требованиям стандартов и технических условий на соответствующие виды продукции.

**Кондиционная фракция** – это совокупность древесных частиц, размеры которых соответствуют требованиям стандартов, технических условий к измельченной древесине и зависят от дальнейшего направления использования щепы.

**Короткомерный сортимент** – сортимент длиной до 2 м включительно.

**Круглые лесоматериалы** – отрезки хлыстов, применяемые в круглом виде, в качестве сырья для механической и химической переработки, а также как топливо, отвечающие требованиям стандартов и технических условий на соответствующие виды продукции.

**Крупная фракция** – совокупность древесных частиц (щепы), оставшихся после сортировки на сите с наибольшим (в соответствии с требованиями) проходным сечением отверстий сита сортирующих устройств.

**Кряж** – круглый деловой сортимент, предназначенный для выработки специальных видов лесопроductии.

**Линия переработки низкокачественной древесины** – линия для раскряжевки, расколки и сортировки в полуавтоматическом режиме дров и балансов, получаемых из низкокачественной древесины.

**Лыжный кряж** – кряж, предназначенный для выработки лыжных заготовок.

**Мелкая фракция** – совокупность древесных частиц, прошедших при сортировке через сита сортирующих устройств, на которых задерживается кондиционная фракция древесных частиц.

**Низкокачественная древесина** – хлысты или их отрезки, которые соответствуют требованиям стандартов и технических условий на деловые сортименты, но могут использоваться для получения деловых сортиментов путем дополнительной обработки и переработки в технологическую щепу.

**Откомлёвка** – комлевая часть спиленного дерева или хлыста, имеющая козырек, косорез или механические повреждения и удаляемая при оторцовке.

**Оторцовка** – отпиливание откомлевки и закомелистой части ствола с целью получения торцевой поверхности, перпендикулярной продольной оси дерева или хлыста.

**Отсев щепы** – совокупность древесных частиц (технологической щепы), которые после сортировки проходят все сечения сит и собираются на поддоне сортирующих устройств.

**Отходы лесозаготовок** – древесные остатки, образующиеся в процессе валки деревьев, очистки стволов от сучьев, раскряжевки хлыстов и окорки сортиментов.

**Очистка деревьев от сучьев** – операция с целью подготовки деревьев к последующей обработке, осуществляемая обрубкой, обрезкой или обламыванием сучьев.

**Палубный кряж** – кряж, предназначенный для выработки палубных и шлюпочных пиломатериалов.

**Пень** – нижняя комлевая часть дерева с корневой системой, остающаяся в грунте после валки деревьев.

**Первичная обработка круглых лесоматериалов** – операции по механической обработке деревьев, хлыстов и круглых лесоматериалов, в результате которых изменяются их вид, размеры и качество: очистка деревьев от сучьев, раскряжевка хлыстов, разделка долготья, окорка сортиментов, раскалывание круглых лесоматериалов и удаление гнили.

**Передвижная окорочно-рубительная машина** – многооперационная лесозаготовительная передвижная машина для выработки технологической щепы непосредственно на лесосеке.

**Переработка древесных отходов** – комплекс операций с целью рационального использования отходов лесозаготовок, лесопиления и деревообработки.

**Переработка низкокачественной древесины** – комплекс операций с целью получения из низкокачественной древесины технологической щипы, колотых или пиленых балансов, черновых заготовок, маломерных пиломатериалов.

**Пиловочник** – круглый сортимент, предназначенный для выработки пиломатериалов.

**Пневопогрузчик щепы** – пневматическая установка для погрузки щепы в транспортные средства.

**Пневощепотранспортер** – установка для перемещения щепы сжатым воздухом по трубопроводам.

**Пневой осмол** – пни и корни сосны, используемые в качестве сырья в смольно-скипидарном и канифольно-экстракционном производствах.

**Подборщик лесосечных отходов** – самоходная машина с навесным грабельным устройством для очистки лесосек от сучьев, вершин и других лесосечных отходов.

**Подборщик-погрузчик лесосечных отходов** – подборщик лесосечных отходов, снабженный погрузочным устройством.

**Полено** – круглый или колотый сортимент длиной до 1 м.

**Полуприцеп-щеповоз** – полуприцеп со специальным кузовом для перевозки и выгрузки технологической щепы.

**Постав** – схема раскроя бревен на пиломатериалы заданных размеров и качества.

**Пробочное корье** – кора, используемая для изготовления укупорочных пробок.

**Пропсы** – рудничная стойка, изготовленная для поставки на экспорт.

**Разметка хлыстов** – операция, осуществляемая посредством осмотра хлыста с целью оценки его размерно-качественных характеристик и нанесение меток, определяющих длину намечаемых сортиментов.

**Раскалывание круглых лесоматериалов** – деление круглых лесоматериалов на части посредством внедрения клина, перемещающегося в плоскости, параллельной направлению волокон.

**Раскряжёвка хлыстов** – поперечное деление хлыстов на долготье и сортименты.

**Резонансный кряж** – кряж, предназначенный для выработки резонансных пиломатериалов

**Рудничная стойка** – круглый сортимент, предназначенный для крепления подземных выработок.

**Ружейный кряж** – кряж, предназначенный для выработки заготовок для лож, прикладов и ствольных накладок.

**Скол ствола** – дефект комлевой части ствола в виде трещины вдоль волокон древесины, образующейся при валке дерева вследствие нарушения правил выполнения этой операции.

**Сортимент** – круглый или колотый лесоматериал определенной назначения, соответствующий требованиям стандартов и технических условий.

**Сортировка круглых лесоматериалов** – операция с целью распределения круглых лесоматериалов по качеству, породам, размерам и назначению в соответствии с требованиями стандартов или другой технической документации.

**Спичечный кряж** – кряж для выработки спичечного шпона.

**Строительное бревно** – бревно, предназначенное для использования в строительстве без распиловки.

**Стружечный кряж** – кряж для выработки древесной стружки.

**Судостроительный пиловочник** – кряж, предназначенный для выработки пиломатериалов, применяемых в конструкциях корпусов судов и барж.

**Тарный кряж** – кряж, предназначенный для выработки тарных пиломатериалов

**Технологическая щепка** – древесное сырьё длиной от 5 до 60 мм, толщиной до 30 мм, предназначенное для получения целлюлозы, изготовления древесных плит, арболита и лесохимических продуктов.

**Технологические дрова** – сортименты, получаемые из низкокачественной древесины, используемые для выработки балансов, технологической щепы, тарных пиломатериалов, а также в качестве сырья для химической переработки.

**Тонкомерный сортимент** – круглый сортимент, имеющий диаметр в верхнем отрезе от 6 до 13 см включительно.

**Топливная щепа** – щепа, предназначенная для использования в качестве топлива.

**Фанерный кряж** – кряж для выработки лущеного или строганного шпона.

**Фракционный состав щепы** – количественное соотношение древесных частиц определенных размеров в общей массе щепы. Рассеивание размеров частиц щепы

**Фракция щепы** – совокупность древесных частиц, близких по своим геометрическим размерам.

**Хвойно-витаминная мука** – продукт, получаемый путем измельчения хвои.

**Чистая окорка** – окорка со снятием лубяного слоя, а при экспортных поставках – также и камбиального слоя.

**Чурак** – отрезок кряжа, длина которого соответствует размерам, необходимым для обработки на деревообрабатывающих станках.

**Ширина постава** – расстояние между наружными пластами крайних досок.

**Ширина щепы** – определяется в направлении, перпендикулярном направлению волокон.

**Шпальный кряж** – кряж, предназначенный для выработки шпал и переводных брусьев железных дорог.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### ТАКСАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДЕРЕВЬЕВ

Таблица А.1. Таксационный диаметр ствола ( $d_{1,3}$ ) по диаметрам у шейки корня ( $d_k$ )

Диаметр у шейки корня ( $d_k$ ), см	Таксационный диаметр ( $d_{1,3}$ ), см			
	сосна	ель	береза	осина
5	—	—	3,7	3,9
6	—	—	4,4	4,8
7	—	—	5,2	5,7
8	—	—	5,9	6,6
9	—	—	6,7	7,7
10	—	—	7,4	8,3
12	—	—	8,9	10,0
14	—	9,5	10,4	11,8
16	10,2	11,0	11,8	13,5
18	11,9	12,5	13,3	15,2
20	13,6	14,0	14,8	16,9
22	15,2	15,6	16,3	18,6
24	16,9	17,1	17,8	20,3
26	18,6	18,6	19,2	22,0
28	20,2	20,1	20,7	23,6
30	21,9	21,6	22,2	25,3
32	23,6	23,2	23,7	27,0
36	26,9	26,2	26,6	30,2
40	30,2	29,3	29,6	33,5
44	33,6	32,3	32,6	36,7
48	36,9	35,3	35,5	40,0
52	40,2	38,4	38,5	43,1
56	43,6	41,4	41,4	46,3
60	46,9	44,5	44,4	49,4
64	50,2	47,5	47,4	52,5
68	53,6	50,6	50,3	55,5
72	56,9	53,6	53,3	58,6
76	60,2	56,6	56,2	61,5
80	—	—	—	64,5
84	—	—	—	67,4
88	—	—	—	70,4
92	—	—	—	73,2
96	—	—	—	76,1
100	—	—	—	78,9
104	—	—	—	81,7
108	—	—	—	84,4
112	—	—	—	87,2

Таблица А.2. Объемы хлыстов, м<sup>3</sup>, в зависимости от длины и диаметра в комле

Диаметр в комле, см	Длина, м										
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	30	34
10	0,04	0,05	0,06	0,07	—	—	—	—	—	—	—
12	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1	0,12	—	—	—	—	—
14	0,09	0,1	0,11	0,12	0,13	0,15	—	—	—	—	—
16	0,11	0,13	0,14	0,16	0,18	0,19	0,21	0,23	—	—	—
18	0,14	0,16	0,18	0,2	0,22	0,24	0,26	0,29	—	—	—
20	0,18	0,2	0,23	0,25	0,27	0,3	0,32	0,35	0,39	0,46	—
22	0,21	0,24	0,27	0,3	0,32	0,35	0,38	0,41	0,45	0,53	—
24	0,26	0,29	0,32	0,36	0,39	0,42	0,45	0,49	0,53	0,62	—
26	—	0,34	0,38	0,42	0,46	0,49	0,53	0,57	0,65	0,72	—
28	—	0,4	0,45	0,49	0,54	0,58	0,62	0,66	0,78	0,84	0,94
30	—	0,46	0,51	0,56	0,62	0,67	0,71	0,76	0,87	0,94	1,07
32	—	0,53	0,59	0,65	0,71	0,77	0,82	0,87	0,97	1,06	1,22
34	—	—	—	0,72	0,79	0,86	0,92	0,97	1,11	1,2	1,37
36	—	—	—	0,81	0,89	0,97	1,04	1,09	1,26	1,35	1,53
38	—	—	—	0,89	0,99	1,08	1,16	1,22	1,38	1,48	1,69
40	—	—	—	0,96	1,1	1,21	1,3	1,36	1,51	1,63	1,88
42	—	—	—	—	1,21	1,33	1,42	1,5	1,67	1,79	2,06
44	—	—	—	—	1,34	1,46	1,58	1,65	1,84	1,96	2,26
46	—	—	—	—	—	1,62	1,73	1,8	2	2,13	2,46
48	—	—	—	—	—	1,82	1,9	1,96	2,18	2,33	2,68
50	—	—	—	—	—	1,98	2,06	2,07	2,36	2,53	2,9
52	—	—	—	—	—	2,15	2,24	2,3	2,55	2,75	3,14
54	—	—	—	—	—	2,33	2,41	2,47	2,74	2,94	3,37
56	—	—	—	—	—	2,53	2,6	2,65	2,96	3,15	3,64
58	—	—	—	—	—	2,68	2,77	2,83	3,16	3,37	3,89
60	—	—	—	—	—	2,88	2,97	3,04	3,38	3,6	4,18

Таблица А.3. Объемы хлыстов (м<sup>3</sup>) в зависимости от длины и срединного диаметра

Диаметр на середине длины, см	Длина хлыста, м										
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	32	34
8	0,050	0,060	0,070	0,080	—	—	—	—	—	—	—
10	0,079	0,094	0,110	0,126	0,141	0,16	—	—	—	—	—
12	0,113	0,136	0,158	0,181	0,204	0,23	0,25	0,27	—	—	—
14	0,154	0,185	0,216	0,246	0,277	0,31	0,34	0,37	0,40	0,46	—
16	0,201	0,241	0,282	0,322	0,362	0,40	0,44	0,48	0,52	0,60	—
18	0,255	0,305	0,356	0,407	0,458	0,51	0,56	0,61	0,66	0,76	—
20	—	0,377	0,440	0,503	0,566	0,63	0,69	0,75	0,82	0,94	1,07
22	—	0,456	0,532	0,608	0,684	0,76	0,84	0,91	0,99	1,14	1,29
24	—	0,543	0,633	0,724	0,814	0,90	1,00	1,06	1,18	1,36	1,54
26	—	—	—	0,850	0,956	1,06	1,17	1,27	1,38	1,59	1,81
28	—	—	—	0,985	1,108	1,23	1,35	1,48	1,60	1,85	2,09
30	—	—	—	—	1,272	1,41	1,56	1,70	1,84	2,12	2,40
32	—	—	—	—	1,448	1,61	1,77	1,93	2,09	2,41	2,73
34	—	—	—	—	—	1,82	2,00	2,18	2,36	2,72	3,09
36	—	—	—	—	—	2,04	2,24	2,44	2,65	3,05	3,46
38	—	—	—	—	—	2,27	2,50	2,72	2,95	3,40	3,86
40	—	—	—	—	—	2,51	2,76	3,02	3,27	3,77	4,27

Таблица А.4. Разряды высот сосновых древостоев Европейского Севера

Степень толщины, см	Высота по разрядам высот, м									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
8	19,0– 17,1	17,0– 15,3	15,2– 13,8	13,7– 12,3	12,2– 11,1	11,0– 10,1	10,0– 9,1	9,0–8,1	8,0–7,3	7,2– 6,8
12	23,0– 21,1	21,0– 19,3	19,2– 17,6	17,5– 15,8	15,7– 14,3	14,2– 12,8	12,7– 11,3	11,2– 10,1	10,0– 9,1	9,0– 8,1
16	26,7– 24,3	24,2– 22,1	22,0– 20,1	20,0– 18,1	18,0– 16,3	16,2– 14,8	14,7– 13,3	13,2– 11,8	11,7– 10,6	10,5– 9,6
20	29,9– 27,1	27,0– 24,6	24,5– 22,3	22,2– 20,1	20,0– 18,1	18,0– 16,3	16,2– 14,8	14,7– 13,3	13,2– 11,8	11,7– 10,4
24	31,9– 29,1	29,0– 26,3	26,2– 23,8	23,7– 21,6	21,5– 19,6	19,5– 17,6	17,5– 15,8	15,7– 14,3	14,2– 12,6	12,5– 10,6
28	33,4– 31,6	30,5– 27,8	27,7– 25,3	25,2– 22,8	22,7– 20,6	20,5– 18,6	18,5– 16,6	16,5– 14,8	14,7– 13,1	13,0– 11,1
32	34,4– 31,6	31,5– 28,6	28,5– 25,8	25,7– 23,3	23,2– 21,1	21,0– 19,1	19,0– 17,1	17,0– 15,3	15,2– 13,6	13,5– 11,6
36	35,4– 32,6	32,5– 29,6	29,5– 26,6	26,5– 23,8	23,7– 21,6	21,5– 19,6	19,5– 17,6	17,5– 15,8	15,7– 14,1	14,0– 12,1
40	36,7– 33,3	33,2– 30,1	30,0– 27,1	27,0– 24,3	24,2– 22,1	22,0– 19,8	19,7– 17,8	17,7– 16,1	16,0– 14,1	14,0– 12,1
44	37,2– 33,8	33,7– 30,6	30,5– 27,6	27,5– 24,8	24,7– 22,3	22,2– 20,1	20,0– 18,1	18,0– 16,3	16,2– 14,6	14,5– 12,6
48	37,7– 34,3	34,2– 30,8	30,7– 27,8	27,7– 25,1	25,0– 22,9	22,5– 20,6	–	–	–	–
52	38,2– 34,8	34,7– 31,3	31,2– 28,1	28,0– 25,3	25,2– 22,9	–	–	–	–	–
56	38,2– 34,8	34,7– 31,3	31,2– 28,1	–	–	–	–	–	–	–
60	38,2– 34,8	34,7– 31,3	–	–	–	–	–	–	–	–

Таблица А. 5. Разряды высот еловых древостоев Европейского Севера

Степень толщины, см	Высота по разрядам высот, м					
	I	II	III	IV	V	VI
8	11,2–10,4	10,3–9,5	9,4–8,5	8,4–7,6	7,5–7,0	6,9–6,4
12	16,2–15,0	14,9–13,7	13,6–12,3	12,2–11,0	10,9–9,6	9,5–8,1
16	19,9–18,3	18,2–16,7	16,6–15,0	14,9–13,3	13,2–11,7	11,6–10,0
20	23,0–21,2	21,1–19,3	19,2–17,4	17,3–15,4	15,3–13,5	13,4–11,6
24	25,9–23,9	23,8–21,7	21,6–19,6	19,5–17,5	17,4–15,2	15,1–12,8
28	28,5–26,3	26,2–23,9	23,8–21,5	21,4–19,1	19,0–16,8	16,7–14,4
32	30,6–28,2	28,1–25,7	25,6–23,2	23,1–20,6	20,5–18,0	17,9–15,4
36	32,6–30,0	29,9–27,3	27,2–24,5	24,4–21,8	21,7–19,1	19,0–16,5
40	34,3–31,5	31,4–28,7	28,6–25,9	25,8–23,0	22,9–20,1	20,0–17,2
44	35,7–32,9	32,8–29,9	29,8–27,0	26,9–24,0	23,9–21,0	20,9–18,0
48	36,7–33,7	33,6–30,7	30,6–27,6	27,5–24,6	24,5–21,5	21,4–18,5
52	37,2–34,2	34,1–31,1	31,0–28,0	27,9–24,9	24,8–21,7	–
56	37,7–34,7	34,6–31,5	–	–	–	–
60	38,1–35,1	35,0–31,8	–	–	–	–



Таблица А.6. Разряды высот березовых древостоев Европейского Севера

Степень толщины, см	Высота по разрядам высот, м							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
8	–	–	13,0–12,1	12,0–11,6	11,5–10,6	10,5–9,6	9,5–8,6	8,5–7,5
12	20,0– 18,6	18,5–17,1	17,0–15,6	15,5–14,6	14,5–13,1	13,0–11,6	11,5–10,6	10,5–9,5
16	23,5– 21,6	21,5–19,6	19,5–17,6	17,5–16,1	16,0–14,1	14,0–13,1	13,0–11,6	11,5– 10,5
20	25,5– 23,6	23,5–21,6	21,5–19,6	19,5–17,6	17,5–15,6	15,5–14,6	14,5–13,1	13,0– 11,5
24	27,0– 25,1	25,0–23,1	23,0–21,1	21,0–18,6	18,5–16,6	16,5–15,1	15,0–13,6	13,5– 12,5
28	28,5– 26,1	26,0–24,1	24,0–21,6	21,5–19,6	19,5–17,1	17,0–15,6	15,5–14,1	14,0– 13,0
32	29,0– 27,1	27,0–25,1	25,0–22,6	22,5–20,1	20,0–17,5	–	–	–
36	29,5– 27,6	27,5–25,6	25,5–23,1	23,0–20,5	–	–	–	–
40	30,0– 28,1	28,0–26,1	26,0–23,5	–	–	–	–	–
44	30,5– 28,6	28,5–26,5	–	–	–	–	–	–

Таблица А.7. Разряды высот осиновых древостоев Европейского Севера

Степень толщины, см	Высота по разрядам высот, м			
	I	II	III	IV
8	14,0–12,6	12,5–11,1	11,0–9,6	9,5–8,6
12	19,0–17,1	17,0–15,6	15,5–14,1	14,0–12,6
16	23,5–21,6	21,5–19,6	19,5–17,6	17,5–15,6
20	26,5–24,6	24,5–22,6	22,5–20,1	20,0–18,1
24	28,5–26,1	26,0–24,1	24,0–21,6	21,5–19,6
28	30,0–27,6	27,5–25,1	25,0–22,6	22,5–20,1
32	31,0–28,6	28,5–26,1	26,0–23,6	23,5–21,1
36	32,0–29,6	29,5–26,6	26,5–24,1	24,0–21,6
40	32,5–30,1	30,0–27,1	27,0–24,6	24,5–22,1
44	33,0–30,6	30,5–27,6	27,5–25,1	25,0–22,6
48	33,5–31,1	31,0–28,1	28,0–25,6	25,5–23,1
52	34,0–31,1	31,0–28,6	28,5–25,6	25,5–22,6
56	34,5–31,6	31,5–28,6	28,5–25,6	25,5–22,6
60	34,5–31,6	31,5–29,1	29,0–26,1	26,0–23,1
64	35,0–32,1	32,0–29,1	29,0–26,1	–
68	35,0–32,1	32,0–29,6	29,5–26,6	–
72	35,5–32,6	32,5–29,6	29,5–26,6	–
76	35,5–32,6	32,5–29,6	–	–
80	35,5–32,6	32,5–29,6	–	–
84	35,5–32,6	–	–	–

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### НАЗНАЧЕНИЕ И ТАКСАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

Таблица Б.1. ГОСТ 9463–88. Лесоматериалы круглые хвойных пород. Технические условия

Назначение лесоматериалов	Порода древесины	Толщина, см	Длина, м	Градация по длине, м
<b>Лесоматериалы для распиловки и строгания</b>				
1. Для выработки пиломатериалов и заготовок:				
а) общего назначения	Сосна, ель, пихта, лиственница, кедр	14 и более	3,0–6,5	0,25
б) черноморской сортировки, поставляемых на экспорт			4,0–8,0	0,3
в) северной сортировки, поставляемых на экспорт			4,0–7,0	0,3
г) авиационных	Сосна, кедр корейский и сибирский, ель обыкновенная, аянская и сибирская, пихта европейская и кавказская, лиственница сибирская и даурская	26 и более	2,75	–
			3,0–6,5	0,5
е) палубных и шлюпочных обшивочных	Ель, пихта европейская и кавказская, кедр	28 и более	3,0–6,5	0,5
	Сосна, ель, пихта, лиственница, кедр	28 и более	3,0–6,0	0,5
<b>Лесоматериалы для выработки целлюлозы и древесной массы (балансы)</b>				
1. Для целлюлозы на химическую переработку	Ель, пихта, сосна, лиственница	12–22	1,2; 1,5; 2,0 и кратные им	–
2. Для сульфитной и бисульфитной целлюлозы	Ель, пихта	6–16	0,75; 1,0; 1,1; 1,2; 1,25; 2,0 и кратные им	–
для белой древесной массы		10–16	1,0; 1,1; 1,2; 1,25; 1,5; 2,0 и кратные им	–
3. Для целлюлозы, используемой в производстве электроизоляционных видов бумаги и картона	Ель, пихта, сосна	12–22	0,75; 1,0; 1,1; 1,2; 1,25 и кратные им	–
4. Для сульфатной целлюлозы и бисульфитной полуцеллюлозы	Сосна, ель, пихта, кедр, лиственница	6–16 6–40	0,75; 1,0; 1,1; 1,2; 1,25; 2,0 и кратные им 3,0–6,5	–

Таблица Б.2. Объемы круглых лесоматериалов

Диаметр верхнего отруба, см	Длина, м			
	4,0	4,1	6,0	6,1
3	0,0067	0,0069	0,012	0,012
4	0,0093	0,010	0,016	0,016
5	0,013	0,013	0,023	0,023
6	0,017	0,017	0,028	0,028
7	0,021	0,022	0,036	0,037
8	0,026	0,027	0,045	0,046
9	0,032	0,033	0,055	0,056
10	0,037	0,038	0,065	0,067
11	0,045	0,047	0,080	0,081
12	0,053	0,055	0,093	0,095
13	0,062	0,065	0,108	0,110
14	0,073	0,075	0,123	0,125
15	0,084	0,086	0,140	0,143
16	0,095	0,098	0,155,	0,160
17	0,107	0,110	0,175	0,178
18	0,120	0,124	0,194	0,197
19	0,133	0,136	0,21	0,22
20	0,147	0,151	0,23	0,24
21	0,163	0,167	0,26	0,26
22	0,178	0,183	0,28	0,28
23	0,195	0,20	0,31	0,31
24	0,21	0,21	0,33	0,33
25	0,23	0,23	0,36	0,36
26	0,25	0,25	0,39	0,40
27	0,27	0,28	0,42	0,43
28	0,29	0,30	0,45	0,46
29	0,31	0,32	0,48	0,49
30	0,33	0,34	0,52	0,53
31	0,36	0,37	0,55	0,56
32	0,38	0,39	0,59	0,60
33	0,40	0,41	0,62	0,63
34	0,43	0,44	0,66	0,67
35	0,45	0,46	0,70	0,71
36	0,48	0,49	0,74	0,75
37	0,50	0,52	0,78	0,79
38	0,53	0,54	0,82	0,83
39	0,56	0,57	0,86	0,88
40	0,58	0,60	0,90	0,92
41	0,61	0,63	0,95	0,97
42	0,64	0,66	1,00	1,01
43	0,67	0,69	1,04	1,06
44	0,70	0,72	1,09	1,11
45	0,74	0,76	1,14	1,16
46	0,77	0,79	1,19	1,21
47	0,80	0,83	1,24	1,26
48	0,84	0,86	1,30	1,32

Таблица Б.3. Объем круглых лесоматериалов, м<sup>3</sup>,  
в зависимости от длины и диаметра в верхнем отрубе

Диаметр в верхнем отрубе, см	Длина сортимента, м									
	1,0	2,0	3,0	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	8,0
6	0,0032	0,0073	0,012	0,017	0,019	0,022	0,025	0,028	0,031	0,047
8	0,0053	0,011	0,017	0,026	0,031	0,035	0,040	0,045	0,051	0,071
10	0,0082	0,017	0,026	0,037	0,044	0,051	0,058	0,065	0,075	0,100
12	0,012	0,026	0,038	0,053	0,063	0,073	0,083	0,093	0,103	0,138
14	0,016	0,035	0,052	0,073	0,084	0,097	0,110	0,123	0,135	0,179
16	0,021	0,044	0,069	0,095	0,110	0,124	0,140	0,155	0,172	0,22
18	0,027	0,056	0,086	0,120	0,138	0,156	0,175	0,194	0,21	0,28
20	0,033	0,069	0,107	0,147	0,17	0,19	0,21	0,23	0,26	0,33
22	0,040	0,084	0,130	0,178	0,20	0,23	0,25	0,28	0,31	0,40
24	0,048	0,103	0,157	0,21	0,24	0,27	0,30	0,33	0,36	0,47
26	0,057	0,123	0,185	0,25	0,28	0,32	0,35	0,39	0,43	0,54
28	0,067	0,144	0,220	0,29	0,33	0,37	0,41	0,45	0,49	0,63
30	0,077	0,165	0,25	0,33	0,38	0,42	0,47	0,52	0,56	0,72
32	0,087	0,19	0,28	0,38	0,43	0,48	0,53	0,59	0,64	0,82
34	0,10	0,21	0,31	0,43	0,49	0,54	0,60	0,66	0,72	0,92
36	0,11	0,23	0,36	0,48	0,54	0,60	0,67	0,74	0,80	1,02
38	0,12	0,26	0,39	0,53	0,60	0,67	0,74	0,82	0,90	1,13
40	0,14	0,28	0,43	0,58	0,66	0,74	0,82	0,90	0,99	1,25

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ И КОРЫ

Таблица В.1. Плотность древесины

Порода	Плотность древесины, т/м <sup>3</sup>			
	воздушно-сухая	полусухая	свежесрубленная	сплавная
Ель	0,442	0,568	0,775	0,922
Пихта	0,452	0,578	0,815	0,932
Осина	0,500	0,588	0,746	0,952
Сосна	0,510	0,618	0,843	0,962
Ольха черная	0,530	0,687	0,815	0,981
Лиственница	0,578	0,765	0,943	—
Береза	0,637	0,765	0,943	—
Бук	0,697	0,913	0,952	—
Дуб	0,736	0,952	1,010	—

Таблица В.2. Плотность коры, кг/м<sup>3</sup>

Порода	Влажность, %			
	12	абс. сух. состояние	в том числе	
			луба	корки
Сосна	680	652	808	296
Ель	730	715	929	638
Береза	745	736	847	524

Таблица В.3. Влажность свежесрубленной древесины

Порода	Влажность, %		
	ядра	заболони	средняя
Береза	—	70–90	78
Дуб	50–80	70–80	70
Ель	30–40	100–120	91
Лиственница	30–40	100–120	82
Осина	—	80–100	90
Сосна	30–40	100–120	88
Ясень	35–40	35–40	38
Пихта	—	—	101
Кедр	—	—	92

Таблица В.4. Масса, кг, 1 плотного м<sup>3</sup> древесины

Порода	Влажность, %													
	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
<i>I</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>
<b>Береза:</b>														
бородавчатая и пушистая	630	640	650	670	680	730	790	840	890	940	100	1050	1100	1150
даурская	720	730	740	760	780	840	900	960	1020	1080	1140	1190	—	—
железная	960	980	1000	1020	1040	1120	1200	1280	1360	—	—	—	—	—
ребристая	680	690	700	720	730	790	850	900	960	1020	1070	1130	1190	1240

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>
<b>Ель</b>	440	450	460	470	490	520	560	600	640	670	710	750	790	820
<b>Лиственница</b>	660	670	690	700	710	770	820	880	930	990	1040	1100	1150	1210
<b>Осина</b>	490	500	510	530	540	580	620	660	710	750	790	830	870	910
<b>Пихта:</b>														
белая	420	430	440	450	460	500	540	570	610	640	680	710	750	790
белокорая	390	400	410	420	430	470	500	530	570	600	630	660	700	730
кавказская	430	440	450	460	480	510	550	580	620	660	700	730	770	800
сибирская	370	380	390	400	410	440	470	510	540	570	600	630	660	690
цельнолистная	390	400	410	420	430	470	500	530	570	600	630	660	700	730
<b>Сосна:</b>														
кедровая корей- ская и сибирская	430	440	450	460	480	510	550	580	620	660	700	730	770	800
обыкновенная	500	510	520	540	550	590	640	680	720	760	810	850	890	930

**Примечания:**

1. Погрешность значений массы не более 10 %.
2. В таблице приведены средние значения массы. Возможные максимальные и минимальные значения массы составляют соответственно 1,3 и 0,7 ее среднего значения.

Таблица В.5. Объем заболони в круглых лесоматериалах

<b>Ширина слоя забо- лони, мм</b>	<b>Объем заболони, %, при диаметре сортимента, см</b>												
	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>23</b>	<b>25</b>	<b>28</b>	<b>31</b>	<b>33</b>	<b>36</b>	<b>38</b>	<b>41</b>
6	23	19	16	14	12	11	10	9	8	8	7	7	7
13	44	36	31	27	23	21	19	17	16	15	14	13	12
19	61	51	44	38	34	31	28	25	23	22	20	19	18
25	75	75	56	49	44	40	36	33	31	28	27	25	23
32	86	84	66	59	53	48	44	40	37	35	33	31	29
38	94	91	75	67	61	56	51	47	44	41	38	36	34
45	98	96	83	75	68	63	58	54	50	47	44	41	39
51	100	99	89	82	75	69	64	60	56	52	49	46	44
57	—	100	94	87	81	75	70	65	61	57	54	51	48
64	—	—	97	92	86	80	75	70	66	62	59	56	53
70	—	—	99	95	90	85	80	75	71	67	63	60	57
76	—	—	100	98	94	89	84	79	75	71	67	64	61
83	—	—	—	99	96	92	88	83	79	75	71	68	65
89	—	—	—	100	98	95	91	87	83	79	75	72	68
95	—	—	—	—	100	97	94	90	86	82	78	75	72
102	—	—	—	—	100	99	96	93	89	85	82	78	75
108	—	—	—	—	—	100	98	95	91	88	85	81	78
114	—	—	—	—	—	100	99	97	94	91	87	84	81
121	—	—	—	—	—	—	100	98	96	93	90	87	83
127	—	—	—	—	—	—	100	99	97	95	92	89	86

**Влажность** (отношение массы воды, содержащейся в древесине, к массе абс. сух. древесины, %) меняется в зависимости от условий хранения и стремиться к равновесной, т. е. к влажности древесины, соответствующей определенному сочетанию температуры и влажности окружающей воздушной среды.

Способность древесины изменять влажность в зависимости от изменения температурно-влажностного состояния окружающего воздуха называется *гигроскопичностью*, а способность поглощать воду при непосредственном контакте – *водопоглощением*.

Древесина влажностью более 100 % считается мокрой, от 100 до 50 % – свежесрубленной, от 20 до 15 % – воздушно-сухой, от 12 до 8 % – комнатно-сухой и около нуля – абсолютно сухой.

Влажность 20–22 % называется транспортной, в период эксплуатации изделий из древесины – эксплуатационной, во время изготовления деталей и изделий – производственной (она обычно на 1–2 % меньше эксплуатационной).

Таблица В.6. Эксплуатационная влажность древесины, %

Наименование изделий	Эксплуатационная влажность древесины, %
Пиломатериалы	20–22
Доски чистого пола и наружные наличники	15
Плинтусы, галтели, поручни и внутренние наличники	12
Паркет	8
Все детали оконных переплетов, фрамуг, дверных полотен (кроме щитов и филенок) и подоконные доски	12
Коробки: - внутренних дверей и фрамуг	15
- наружных дверей и окон	18
Шкранты и нагели	7
Детали вагонов: - товарных	18
- пассажирских:	
- внутренние	10
- наружные	15
Детали: - автомобильные	12–15
- сельскохозяйственные машины	15
Детали и заготовки обзостроения	10–12
Дощечки и планки для сколачивания ящиков	20
Пиленая клепка при изготовлении бочек: - под масло и смазку	12
- заливных при их производстве в IV климатической зоне	15
- заливных, изготавливаемых в других климатических зонах страны, и сухотарных	18
Стружка: - для упаковки	15
- для изоляции	25
- для мебели	10
Спортивный инвентарь	8–9
Музыкальные инструменты	7
Футляры точных приборов	7
Мебель	8
Элементы: - деревянных конструкций наземных сооружений	25
- пролетных строений автодорожных мостов	22
Клееные конструкции	15
Шпонки, нагели и другие мелкие ответственные детали несущих конструкций	15

# ПРИЛОЖЕНИЕ Г

## ВЫХОД ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ И КОЛИЧЕСТВО ОТХОДОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ И ПЕРЕРАБОТКЕ ЛЕСА

Наименование сырья	Вид обработки	Готовая продукция		Отходы	
		наименование продукции	выход, %	наименование отходов	количество, %
1	2	3	4	5	6
Деревья	Очистка от сучьев	Хлысты	100,0	Сучья и вершинки	4–12
Хлысты	Раскряжевка	Сортиментное долготье	100,0	Кусковые отходы Опилки и мусор	2–3 1*
Бревна пиловочные хвойных пород	Выпиловка обрезных пиломатериалов	Пилопродукция	60,0	Опилки	14
		Технологическая щепка	17,8	Отходы (отсев щепы)	2
				Усушка и распыл	6
Бревна пиловочные лиственных пород	Выпиловка необрезных пиломатериалов	Пилопродукция	64,0	Кусковые отходы Опилки Усушка и распыл Кора	8* 20 9 7 9*
Бревна пиловочные хвойных и лиственных пород	Выпиловка обрезных пиломатериалов с одновременным измельчением части бревна в щепу	Пиломатериалы	47–55	Опилки	7–12
		Технологическая щепка	30–35	Отходы (отсев щепы)	1–2
				Усушка и распыл Кора	8* 5–6
Шпальный кряжи	Выпиловка и окорка шпал	Шпалы	50,0	Дровяной горбыль	7
		Шпальная вырезка	13,0	Опилки	12
		Деловой горбыль	11,0	Усушка и распыл Кора	7 7*
Балансовое долготье	Раскряжевка и окорка	Балансы	92,0	Отрезки дровяные	4
		Отрезки тарные	3,0	Опилки Кора	1 8*
Рудстоечное долготье	Распиловка и окорка	Рудстойка	95,0	Отрезки дровяные	4
				Опилки Кора	1 8*
Дровяное долготье	Распиловка и частичная расколка	Дрова коротье	98,0	Опилки и мусор	2
Тарные кряжи, отобранные из дров	Выпиловка тарной дощечки	Тарная дощечка	33,0	Гобыли, рейки, отрезки торцов	42
				Опилки	20
				Усушка и распыл Кора	5 8*
Дрова колотые несортированные	Производство технологической щепы	Технологическая щепка:			
		для ЦБП	58,0	Топливная щепка Мусор Кора	32 10 8*
		для производства плит	70,0	Топливная щепка Мусор Кора	20 10 8*



1	2	3	4	5	6
Дрова коло- тые техноло- гические	Производство технологической щепы	Технологиче- ская щепа:			
		для ЦБП	68,0	Топливная щепа Мусор Кора	24 10 8*
		для производ- ства плит	79,0	Топливная щепа Мусор Кора	13 10 8*
Дрова коло- тые (топлив- ные)	Производство технологической щепы	Технологиче- ская щепа:			
		для ЦБП	55,0	Топливная щепа Мусор Кора	35 10 8*
		для производ- ства плит	60,0	Топливная щепа Мусор Кора	30 10 8*
Дрова без гнили и вер- шинки хлы- стов	Производство технологической щепы	Технологиче- ская щепа:			
		для ЦБП	76,0	Топливная щепа Мусор Кора	18 6 8*
		для производ- ства плит	87,0	Топливная щепа Мусор Кора	7 6 8*
Вершинки и сучья	Производство технологической щепы	Технологиче- ская щепа:			
		для производ- ства плит	70,0	Топливная щепа Мусор Кора	20 2 6*
		для энергохи- мии	909,0	Топливная щепа Мусор Кора	8 2 6*
Окоренные отходы лесо- пиления	Производство тех- нологической ще- пы	Технологиче- ская щепа	86,0	Топливная щепа	14
Дрова коло- тые	Окорка и выколка гнили	Колотые ба- лансы	55,0	Древесина и гниль в стружке Кора в стружке	45 8*
Чураки хвойных и мягколист- венных пород	Производство стружки	Стружка тон- кая и кровель- ная	70,0	Горбыльки и отрезки Мусор Кора	25 5 8*
Чураки, бру- ски, горбыли	Производство штукатурки	Штукатурная дрань	40,0	Мусор Кора	60 8*

**Примечание.** \* Отходы сверх баланса древесины, поступающей в обработку или пере-  
работку.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

### ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ, УЧИТЫВАЕМЫЕ ПРИ СОСТАВЛЕНИИ И РАСЧЕТЕ ПОСТАВОВ

1. **Толщина бруса.** Квадратный брус со стороной  $0,707d$  обеспечивает максимальный объемный выход. Для получения пиломатериалов определенных размеров допускаются отклонения по толщине бруса до  $0,6-0,8d$ . При распиловке крупномерного сырья, когда средняя толщина бревна значительно превышает средние размеры досок по ширине, оправдывается выпилка брусьев толщиной до  $0,3-0,45d$ . В табл. Д.1. приведены рекомендуемые размеры брусьев для условий получения стандартной ширины пиломатериалов и толщины бруса, равной  $0,6-0,8d$ .

Таблица Д.1. Соотношение толщины бруса, мм, с диаметром бревна, см

Диаметр бревна	Толщина бруса	Диаметр бревна	Толщина бруса	Диаметр бревна	Толщина бруса
14	75–100	24	125–200	36–38	200–300
16	100–125	26	150–200	40–42	225–300
18	100–130	28	175–225	44–46	250–300
20	100–150	30	175–225	48–52	250–300
22	125–175	32–34	200–250	54 и более	Выпиливать два-три бруса

2. **Толщина досок.** Для получения пиломатериалов, высокого качества толщину досок рекомендуется выбирать по табл. Д.2., Д.3.

Таблица Д.2. Наименьшая толщина досок, мм, для внутреннего рынка

Диаметр бревна, см	Толщина досок		Диаметр бревна, см	Толщина досок	
	центральных	сердцевинных		центральных	сердцевинных
14–16	16	30	36 – 40	Не выпиливать	40–50
18–20	19	35	42 – 44		45–60
22–24	25	40	46 – 50		50–70
26–30	35	45	52 – 60		60–80
32–34	45	50	62 и более		80–90

Таблица Д.3. Наименьшая толщина досок, мм, для экспортных пиломатериалов

Диаметр бревна, см	Толщина досок		
	центральных		сердцевинных
	сосновых	еловых	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
12–18	22	22	32
20–30	32	32	38
32 – 38	Не выпиливать	38	50
40 – 46		50	63
48 – 50		50	75

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
52–54	50	50	100
56 и более	63	63	100

**Примечание.** Из бревен диаметром 40–50 см можно выпиливать сердцевинную вырезку толщиной 38–50 см при условии, если смежные с ней доски будут иметь толщину не менее 63 мм.

Зона использования бруса для толстых досок должна быть меньше ширины пласти бруса на 10–20 мм. Если из бруса в пределах пласти крайними выпиливают тонкие доски, ширину пласти бруса в вершинном торце можно использовать полностью или с некоторым превышением.

Толщина крайних досок зависит от диаметра бревен:

Диаметр бревен, см	Толщина крайних досок, мм
14–18	16; 19
20–24	19; 22
26–36	19; 22; 25
38–42	22; 25
44–56	25; 32
58 и более	32

3. Ширина постава. Расстояние между наружными пластами крайних досок (ширину постава) выбирают согласно табл. Д.4. Отклонение ширины расчетного постава от рекомендуемой в табл. Д.4 не должно превышать  $\pm 15$ –18 мм.

Таблица Д.4. Соотношение ширины постава, мм, с диаметром бревна, см

Диаметр бревна	Ширина постава	Диаметр бревна	Ширина бревна	Диаметр бревна	Ширина постава
14	125–140	30	320–335	46	490–510
16	152–170	32	342–360	48	520–540
18	180–195	34	360–380	50	540–560
20	205–220	36	380–400	52	560–580
22	230–240	38	400–420	54	580–500
24	250–265	40	420–440	56	600–620
26	272–285	42	440–460	58	620–640
28	296–310	44	470–490	60	640–680

В теории раскроя сырья на пиломатериалы бревно делится на пифагорическую и параболическую зоны. В пределах пифагорической (критической) зоны длина обрезных досок равна длине бревна, поэтому постав должен быть составлен так, чтобы соответствующие пропилы вписывались в эту зону как можно точнее.

4. **Ширина и длина досок.** При распиловке с брусом из бруса в пределах его пласти в вершинном торце получают доски, ширина которых равна толщине бруса, а длина – длине бревна. Доски, получаемые в пределах пифаго-

рической зоны, обрезаются по ширине наружной пласти в вершинном торце. За пределами этой зоны доски при обрезке необходимо укорачивать.

**5. Количество досок в поставе.** Допускается приведенное ниже количество досок в поставе в зависимости от диаметра бревна:

Диаметр бревна, см —————	14–16	18–20	22–24	26–28	30–32
Число досок в поставе ———	4–7	5–8	6–9	7–10	8–12

Таблица Д.5. ГОСТ 24454-80 Пиломатериалы хвойных пород. Размеры

Номиналь- ная толщи- на, мм	Толщина или ширина пи- ломатериалов с припуском на усушку, мм	Номинальная ширина, мм							
		3	4	5	6	7	8	9	10
13	13,7	75	100	125	150	—	—	—	—
16	16,8	75	100	125	150	—	—	—	—
19	19,9	75	100	125	150	175	—	—	—
22	23,0	75	100	125	150	175	200	—	—
25	26,2	75	100	125	150	175	200	250	275
32	33,4	75	100	125	150	175	200	250	275
35	36,5	75	100	125	150	175	200	250	275
38	39,7	75	100	125	150	175	200	250	275
40	41,7	75	100	125	150	175	200	250	275
44	45,8	75	100	125	150	175	200	250	275
45	46,8	75	100	125	150	175	200	250	275
47	48,9	75	100	125	150	175	200	250	275
50	52,0	75	100	125	150	175	200	250	275
60	62,4	75	100	125	150	175	200	250	275
63	65,5	75	100	125	150	175	200	250	275
70	72,7	75	100	125	150	175	200	250	275
75	77,8	75	100	125	150	175	200	250	275
80	83,0	—	100	125	150	175	200	250	275
90	93,3	75	100	125	150	175	200	250	275
100	100	—	100	125	150	175	200	250	275
110	113,8	—	—	125	150	175	200	250	275
115	119,0	—	—	125	150	175	200	250	275
125	129,2	—	—	125	150	175	200	250	—
130	134,4	—	—	—	150	175	200	250	—
140	144,6	—	—	—	150	175	200	250	—
150	154,9	—	—	—	150	175	200	250	—
160	165,2	—	—	—	—	175	200	250	—
175	180,6	—	—	—	—	175	200	250	—
180	185,7	—	—	—	—	—	200	250	—
200	206,2	—	—	—	—	—	200	250	—
225	231,9	—	—	—	—	—	—	250	—
250	257,5	—	—	—	—	—	—	250	—
300	308,9	—	—	—	—	—	—	—	—

**Примечание.** Припуски на усушку приняты для конечной влажности пиломатериалов 15 %.

Таблица Д.6. Нормализованные размеры сечений брусков мебели (высота × ширина)  
из древесины хвойных и лиственных пород в чистоте, мм

	8	10	12	14	16	19	22	25	28	31	34	37	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96	100	105	110	115	120	130
6			X	X	X	X	X	X																									
8	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
10		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
12			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
14				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
16					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
19						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
22							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
25								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
28									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
31										X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
34											X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
37												X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
40													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
44														X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
48															X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
52																X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
56																	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
60																		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
64																			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
68																				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				

**Примечание.** Сечения брусков слева от линии относятся к хвойным и лиственным породам, справа – только к хвойным.

Таблица Д.7. Насыпная масса и плотность опилок

Состояние насыпок	Влажность отн., %	Насыпная масса, кг/м <sup>3</sup>
<i>Крупная фракция</i>		
Влажные естественные	50–60	170
Влажные утрамбованные	50–60	260
Сухие естественные	8–10	100
Сухие утрамбованные	8–10	150
<i>Мелкая фракция</i>		
Влажные естественные	50–60	190
Сухие естественные	8–10	115
Сухие утрамбованные	8–10	160