

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Сыктывкарский лесной институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего профессионального образования
«Санкт-Петербургский государственный лесотехнический
университет имени С. М. Кирова» (СЛИ)

Кафедра технологии деревообрабатывающих производств

М. В. Цыгарова

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ

Учебное пособие

*Утверждено учебно-методическим советом Сыктывкарского лесного
института в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся
по направлению бакалавриата «Технология лесозаготовительных
и деревообрабатывающих производств» и специальности
«Лесоинженерное дело» всех форм обучения*

Самостоятельное учебное электронное издание

Сыктывкар 2015

УДК 674.8.05 (075.8)
ББК 37.13
Ц94

Утверждено к изданию редакционно-издательским советом
Сыктывкарского лесного института

Р е ц е н з е н т ы :

кафедра «Технология заготовки и переработки древесных материалов»
(Тихоокеанский государственный университет);
А. П. Смоленцев, генеральный директор ООО «Вайниг»

Ц94 **Цыгарова, М. В.**
Комплексное использование древесины [Электронный ресурс] :
учебное пособие : самост. учеб. электрон. изд. / М. В. Цыгарова ;
Сыкт. лесн. ин-т. — Электрон. дан. — Сыктывкар : СЛИ, 2015. —
Режим доступа: <http://lib.sfi.komi.com>. — Загл. с экрана.

Учебное пособие предназначено для студентов всех форм обучения специальности «Лесоинженерное дело и направления «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств».

Приведены сведения о классификации древесного сырья, рассмотрены методы определения ресурсов дополнительного сырья и основные направления его использования. Особое внимание уделено производству технологической щепы и требованиям к ней.

Содержание учебного пособия соответствует рабочей программе.

УДК 674.8.05 (075.8)
ББК 37.13

Темплан I полугодия 2014 г. Изд. № 223.

Самостоятельное учебное электронное издание

Цыгарова Марина Валентиновна, кандидат технических наук, доцент

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ

Электронный формат pdf. Разрешено к публикации 30.03.15. Объем 5,6 уч.-изд. л.
Сыктывкарский лесной институт (филиал) федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего профессионального образования
«Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова» (СЛИ),
167982, г. Сыктывкар, ул. Ленина, 39, institut@sfi.komi.com, www.sli.komi.com
Редакционно-издательский отдел СЛИ. Заказ № 79.

© Цыгарова М. В., 2015
© СЛИ, 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	5
1 Классификация древесного сырья.....	6
2 Классификация и размерная характеристика отходов древесины.....	7
3 Отходы лесозаготовок, тонкомерная, фаутная и низкокачественная древесина.....	10
4 Определение объёмов дополнительного сырья при лесозаготовках.....	14
4.1 Нормативный метод определения объёмов дополнительного сырья.....	14
4.2 Определение ресурсов низкокачественной древесины.....	15
4.3 Количество сучьев, ветвей, хвои и листьев на растущих деревьях.....	16
4.4 Ресурсы древесной зелени и коры.....	17
4.5 Объём потерь элементов кроны при выполнении лесосечных работ.....	18
4.6 Ресурсы отходов лесозаготовок и пнево-корневой древесины.....	19
4.7 Выход деловой древесины.....	20
5 Отходы деревообработки и лесопиления.....	20
6 Способы раскроя пиловочного сырья и поставка.....	22
7 Теоретические расчёты количества образующихся отходов при произ- водстве пиломатериалов.....	26
7.1 Отходы древесины в горбыль.....	27
7.2 Отходы древесины в рейку.....	28
7.3 Отходы древесины в дефектные вырезки.....	29
7.4 Отходы древесины в опилки.....	30
7.5 Потери древесины в припуски на усушку.....	30
7.6 Производство деталей при фрезеровании.....	31
7.7 Объём отходов различных видов деревообрабатывающих производств.	32
8 Определение объёмов дополнительного сырья при лесопилении и деревообработке.....	33
8.1 Балансовый метод.....	33
8.2 Нормативно-балансовый метод.....	33
9 Пути и направления использования отходов.....	34
10 Щепка и её характеристики.....	37
10.1 Классификация древесных частиц.....	37
10.2 Классификация щепы.....	38
10.3 Назначение щепы.....	38
10.4 Основные требования, предъявляемые к щепе.....	39
11 Свойства щепы.....	44
12 Подготовка древесного сырья в производстве щепы.....	45

13 Типы рубительных машин и их характеристики.....	46
13.1 Назначение, классификация и область применения дисковых рубительных машин.....	47
13.2 Особенности процесса резания древесины в дисковых рубительных машинах.....	58
13.3 Назначение, классификация и область применения барабанных рубительных машин.....	69
13.4 Передвижные рубительные машины.....	78
14 Контрольные вопросы.....	85
15 Примеры заданий в тестовой форме.....	86
16 Глоссарий (определение ключевых понятий).....	89
Заключение.....	93
Библиографический список.....	94
Приложения.....	95
1 Классификация древесных отходов.....	95
2 Таксационные показатели хлыстов и круглых лесоматериалов.....	96
3 Таксационные показатели круглых лесоматериалов.....	103
4 Физические свойства древесины и коры.....	106
5 Склады круглого леса.....	110
6. Характеристика пиловочного сырья.....	111
7. Выход готовой продукции и количество отходов при переработке леса..	112
8 Продольная распиловка лесоматериалов.....	116
9 Основные параметры, учитываемые при составлении и расчёте поставов	118
10 Атмосферная сушка пиломатериалов	122
11 Нормативы образования древесных отходов.....	124
12. Техничко-экономические показатели лесопильных цехов.....	125
11. Приставки и множители для образования десятичных кратных и дольных единиц.....	125

ВВЕДЕНИЕ

В процессе выполнения рубок главного пользования и рубок ухода за лесом, лесопиления и деревообработки 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 выработки лесопродукции без увеличения объемов заготовок.

В настоящее время процессы заготовки и переработки всей биомассы дерева на предприятиях лесного комплекса развиты слабо. Такие виды потенциального сырья, как отходы лесозаготовок, тонкомерная древесина от различных видов рубок, пнево-корневая древесина, отходы лесопильных и деревообрабатывающих производств используются для выработки товарной продукции в незначительных количествах, а зачастую и вовсе остаются невостребованными. В то же время условия экономической деятельности предприятий требуют более полного использования сырьевых ресурсов как главного источника повышения эффективности производства в целом. Переработка отходов лесозаготовок, тонкомерной древесины от различных видов рубок, пнево-корневой древесины, отходов лесопильных и деревообрабатывающих производств на технологическую щепу различного назначения является одной из наиболее доступных и в то же время эффективных технологий переработки всей биомассы дерева.

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.

Настоящее учебное пособие знакомит с классификацией древесного сырья, требованиями, предъявляемыми к технологической щепе и оборудованием для производства щепы на предприятиях лесного комплекса.

1 КЛАССИФИКАЦИЯ ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ

Сырьё, которое получает лесозаготовительная промышленность в составе отводимого лесосечного фонда, можно подразделить на основное и дополнительное.

Основное древесное сырьё служит для выработки хлыстов, круглых и колотых лесоматериалов. В общей биомассе отводимого в рубку леса древесина составляет 82%, кора – 15%, древесная зелень – 3%.

Что даёт 1 кубометр древесины?

- более 2000 видов продукции;
- 160 кг искусственного шёлка;
- 170 кг искусственной шерсти;
- 600 трикотажных костюмов;
- 1500 м вискозно-шёлковой ткани;
- 6000 целлофановой плёнки;
- 2 автомобильных шины;
- 4000 пар шёлковых чулок;
- 200 кг целлюлозы или бумаги;
- 15 кг пищевого витамина;
- 90 литров спирта;
- 235 кг кормовых дрожжей.

Биомасса растущего дерева распределена неравномерно. На ствол, который является основным объектом лесозаготовительного производства, приходится до 65%. Оставшаяся часть приходится на сучья и ветки (10-15%), верхинная 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 сырьё может быть дополнительным источником древесины для переработки в технологическую щепу и другую ценную продукцию.

Также дополнительным сырьём для переработки в лесозаготовительном производстве могут служить и отходы лесобрабатывающих 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:

- 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);

- технологии лесозаготовительного производства, определяемой видом вывозимой древесины: деревья, хлысты, сортименты, пиломатериалы, щепы.
- 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 объём 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, упрессовка, 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.

В условиях рыночной экономики отходами нужно считать только то, что не обеспечивает дополнительную прибыль предприятию.

Способы использования отходов, а также их характеристика представлены на рисунке 2.1.

но-деревообрабатывающим производствам не совсем применимо. Технология характеризуется наличием определённых 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. Примером может служить технологический процесс переработки круглого леса с одновременным получением пиломатериалов и щепы на фрезерно-брусующих станках и многопильных круглопильных станках с пилами, с малым числом зубьев, обеспечивающими получение щепы вместо опилок. Малоотходной, а не безотходной технологией потому, что данному технологическому процессу обязательно сопутствует отсев мелочи от фрезерно-брусующих и круглопильных станков.

Наличие огромной сырьевой базы вторичного сырья (отходов) выдвигает важную проблему глубокого 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 счёт повышения выхода готовой продукции из полноценной натуральной древесины;
- 2) использование неизбежно образующихся отходов на различные виды эффективной продукции.

Отходы лесопиления и деревообработки по степени их измельчения можно классифицировать на две основные группы:

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

Отходы можно также классифицировать:

- по сортименту исходного сырья: лесосечные отходы (сучья, ветки, пни, обломки стволов, тонкомер и пр.); отходы пиломатериалов и фанеры, отходы древесных плит,
- по породам (хвойные и лиственные);
- по влажности (сухие и влажные);

- по стадийности обработки (первичные и вторичные);
- по качеству (деловые и топливные).

При механической переработке древесины на долю твердых кусковых отходов приходится примерно 55-60%, а на долю мелких – 40-45%.

3 ОТХОДЫ ЛЕСОЗАГОТОВОК, ТОНКОМЕРНАЯ, ФАУТНАЯ И НИЗКОКАЧЕСТВЕННАЯ ДРЕВЕСИНА

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

Отходы лесозаготовок разделяются следующим образом:

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

3.1. 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 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 её 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 α : для ели он превышает 90° (т.е. сучья направлены в основном вниз), для сосны 86° , осины 50° , берёзы 30° .

3.2. Ветви – небольшие побеги и отростки, идущие как от ствола, так и от сучьев. Сучья и ветви имеют различные размеры и объём, которые зависят от породы и возраста дерева, диаметра ствола и запаса леса на 1 га, типа и бонитета леса.

Вся разветвлённая часть дерева вместе с древесной зеленью (хвоя и листья) образует крону.

3.3. 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 и 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.

3.4. Вершина – верхняя часть ствола дерева. Наименьший диаметр вершин с учётом минимально допустимого по стандартам диаметра балансов должна быть не более 6 см. Средняя длина вершин равна 3-4 метра. Вершины часто обламываются при валке, трелёвке деревьев, особенно зимой.

3.5. Пни и корни. 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 подсчёта объёмов 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 объёму заготовленной древесины.

Достаточно точный подсчёт потенциальных ресурсов пневой и корневой древесины на лесосеке можно получить, зная состав насаждений и распределение средних диаметров деревьев. Подсчитать реальные ресурсы пневой и корневой древесины возможно только ориентировочно. Согласно отраслевой методике определения объёмов вторичных материальных ресурсов в лесной и деревообрабатывающей промышленности пни составляют 2-3% объёма заготавливаемой древесины, корни 11% от объёма 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 формы и размеров;
- сложность окорки;
- засорённость минеральными примесями и камнями.

3.6. 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 объёмы 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 поддаётся окорке. Преимущество – отсутствие гнили.

3.7. Фаутная (повреждённая) древесина: с гнилью, кривизной, механическими повреждениями. Наибольшее количество искривлённых хлыстов отмечено у берёзы. В наибольшей степени поражены гнилью осиновые хлысты.

3.8. 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 путём дополнительной обработки или переработки, например, на короткомерные пиломатериалы, черновые заготовки, технологическую щепу и другую продукцию. Наиболее распространёнными пороками древесины, по которым древесное сырьё переводится в разряд низкокачественной древесины, являются внутренняя

гниль (85%), пороки формы ствола – овальность, кривизна, закомелистость, сучковатость, двухвершинность и др. (15%). Объём низкокачественной древесины в лесном фонде приведён в таблице 3.1.

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	Берёза	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
				Клён	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

Анализ данных таблицы 1 показывает, что объём хвойной низкокачественной древесины составляет в среднем 22,5%, а лиственной – 45,1%

4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ПРИ ЛЕСОЗАГОТОВКАХ

4.1 Нормативный метод определения объёмов дополнительного сырья

Определение объёмов дополнительного сырья при лесозаготовках осуществляется по нормативному методу.

Нормативный метод заключается в том, что ресурсы древесных отходов определяются как произведение объема сырья на норматив, полученный экспериментальным путем.

Применяется в основном для определения объёмов забалансовых видов отходов (сучьев, ветвей, древесной зелени, отходов раскряжевки, пней и корней, коры и др.).

Количество отходов в этом случае выражается простой зависимостью:

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

где Q – объём отходов данного вида, м³;

V – объём сырья, используемого в данном производстве (при определении отходов лесозаготовок – объём вывозки), м³;

N – норматив образования данного вида отхода, %.

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

$$Q_{\text{ПОР}} = Q_{\text{ГОД}} \times k_{\text{УЧ}} \quad (4.2)$$

где $Q_{\text{ПОР}}$ – объем древесины по породам, тыс. м³;

$Q_{\text{ГОД}}$ – годовой объем производства, тыс. м³;

$k_{\text{УЧ}}$ – 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 таблице 4.1.

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

При пользовании таблицей 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 объему по выражению (4.3).

Объем низкокачественной древесины ($V_{\text{НК}}$) составит:

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

где $P_{\text{НК}}$ – % выхода низкокачественной древесины;

I, II, III – класс товарности;

$(0,5P_{НК}^I + 0,3P_{НК}^{II} + 0,2P_{НК}^{III})$ – общий процент выхода низкокачественной древесины с учетом класса товарности.

Например: При составе насаждения 8Е2Б и годовом объеме производства $Q_{Год} = 170$ тыс. м³ объем низкокачественной древесины по породам составит:

$$\text{для ели } V_{НК}^E = 170 * 0,8(0,5 * 3 + 0,3 * 5 + 0,2 * 7) / 100 = 5,984 \text{ тыс. м}^3 = 3,52\%$$

$$\text{для березы } V_{НК}^B = 170 * 0,2(0,5 * 14 + 0,3 * 17 + 0,2 * 20) / 100 = 5,474 \text{ тыс. м}^3 = 3,22\%.$$

Общий объем низкокачественной древесины составит:

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

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

В таблице 4.2 представлены нормативы в процентах к объему ствола в коре для сучьев, ветвей и в килограммах на 1 м³ 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 ³	Пределы определения значений
Сосна	$34,7/D + 1,1R + 5$	$(80 + 8R)/\sqrt{D} + 2,5R + 10$	D = 4...52 R – Ia...Va
Ель	$(96 + 8R)/D + 1,4R + 6$	$(720 + 8R)/\sqrt{D} + 8R + 40$	D = 4...52 R – Ia...V
Береза	$0,26D + R + 5$	$(44 + 45,6R)/\sqrt{D} - 6R + 24$	D = 4...52 R – Ia...V
Осина	$0,25D + 1,5R + 2,5$	$(70 + 20R)/\sqrt{D} + 5$	D = 4...52 R – Ia...IV
Кедр	$(30 + 20\sqrt{R})/\sqrt{D} + 0,6(R - 1)$	$565/\sqrt{D} + 10R - 42$	D = 12...52 R – 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 – Ia...V
Дуб	$21 + 0,8R - 10^{-3}(D - 100)^2$	–	D = 20...72 R – Ia...Va
Липа	$0,08D + 2R + 7$	–	D = 8...80 R – Ia...Va

Примечание: D – таксационный диаметр ствола, приложение 2, таблица 2.1;
 R – разряды высот, цифровые значения которых соответствуют их нумерации, кроме разрядов Ia ($R = 0$) и Va ($R = 6$); приложение 2, таблицы 2.5 - 2.8.

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 расчётов высоту древостоя h условно можно принять равной длине хлыста (приложение 2, таблица 2.2).

В расчете на 1 м^3 запаса древесины масса древесной зелени для различных пород деревьев составит:

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

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

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

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

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

Таблица 4.3 – Содержание коры по основным породам древесины

Порода	Содержание коры в объёме ствола, %	Содержание коры по массе, отнесённое к 1 м^3 древесины ствола в $\text{кг}/\text{м}^3$ (при влажности 55 %)	Средняя плотность коры свежесрубленных деревьев, $\text{кг}/\text{м}^3$
Сосна	10...12	75...80	668
Ель	7...10	55...60	700
Берёза	13...15	130...140	815
Осина	14...15	135...140	865
Лиственница	18...25	160...180	-

4.5 Объём потерь элементов кроны при выполнении лесосечных работ

При валке и трелёвке 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 трелёвки, 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 таблицы 4.4 по выражению (4.9) и зависит от принятой технологии лесозаготовок и применяемой системы машин.

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.

Таблица 4.4 – Потери элементов кроны в процессе лесозаготовок, %

Порода деревьев	Температурные условия, °С	При валке		При формировании пачки и трелёвке		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

Продолжение таблицы 4.4.

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

Потери отходов кроны в процессе заготовки и вывозки древесины составят:

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

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 таблице 4.5.

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

Отходы на лесосеке	Порода деревьев	Норматив, % от объёма 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

4.7 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 объём производства, тыс. м³;

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

$V_{\text{НК}}$ – общий объём низкокачественной древесины, тыс. м³.

В приложении 1 указаны возможные направления дальнейшего использования дополнительного сырья и возможные виды продукции.

5 ОТХОДЫ ДЕРЕВООБРАБОТКИ И ЛЕСОПИЛЕНИЯ

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

Часть сырья безвозвратно теряется на распыл и усушку.

5.1. Откомлёвки – образуются при оторцовке хлыстов и представляют собой комлевую часть ствола с такими пороками формы ствола, как сбежистость, ребристая или округлая закомелистость, которые снижают качество деловых сортиментов или совсем в них не допускаются.

Откомлёвки образуются и в случае дефектов стволов, возникших при валке леса.

5.2. Козырьки или часть хлыста удаляются для получения торцевой поверхности сортимента, перпендикулярной оси дерева. Длина откомлёвок не превышает 1 м.

5.3. Фаутные (повреждённые) вырезки.

5.4. Горбыли представляют собой отпиленную периферийную часть бревна, у которых одна пласть пропилена, а другая образована необработанной поверхностью бревна. Количество горбылей зависит от метода раскря, диаметра и сбega брёвен, правильности расчёта поставов, сортировки брёвен по смежным диаметрам и составляет от 6 до 10 % исходного сырья.

5.5. Рейки образуются при обрезке и раскросе пиломатериалов по ширине. Толщина реек всегда соответствует толщине выпиливаемых материалов. Объём реек значителен и составляет 7-14% исходного сырья.

5.6. Торцовые отрезки и вырезки уступают по качеству горбылям и рейкам, имеют небольшую длину и составляют 2-4% объёма исходного сырья.

5.7. Опилки образуются в процессе лесопиления в объёме 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%.

5.8. Кора. Наружная поверхность ствола, сучьев, ветвей и корней покрыта слоем коры, выполняющей в процессе жизнедеятельности дерева ряд функций: защита от вредных воздействий солнечного излучения, микроорганизмов, перепадов температуры и влажности атмосферного воздуха. Отходы окорки составляют 10-15 % объёма стволовой древесины. Наибольшее количество коры содержится у лиственницы – до 25% объёма ствола. К настоящему времени в промышленности проверен ряд направлений использования коры. Она нашла применение в качестве топлива, из неё 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.

Количество коры, получаемой при окорке брёвен, зависит от их диаметра, породы, возраста дерева, места произрастания.

Размерная характеристика образующихся отходов в лесопилении и деревообработке представлена в таблице 5.1.

В каждом конкретном случае размерная характеристика образующихся отходов для соответствующей группы производств может быть уточнена путём пробных измерений определённых видов отходов, причём количество замеров для достоверности должно быть не менее 40. Все замеры желательно обработать методом вариационной статистики. Учёт отходов ведётся в кубических метрах плотной древесины, поэтому для пересчёта кладочной или насыпной меры в объём 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.

Таблица 5.1 – Характеристика отходов

Наименование отходов	Размеры, мм			Влажность, %	Отходы от исходного сырья, %
	длина	ширина	толщина		
1. Лесопиление (первичный раскрой)					
Горбыли	3000-6500	80-130	2050	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)					
Обрезки:					
досок	300-600	150-300	25-60	8-15	10-15
брусков	100-1500	30-60	25-60	8-15	9-10
древесно-стружечных плит	до 3000	до 300	19	6-8	8-10
древесно-волокнистых плит	500-1200	50-500	4	6-8	8-10
Опилки и стружка	Различные малых размеров			6-15	9-15

6 СПОСОБЫ РАСКРОЯ ПИЛОВОЧНОГО СЫРЬЯ И ПОСТАВА

Одной из важнейших задач раскроя пиломатериалов является обеспечение максимального выхода товарной продукции, по которому судят об эффективности того или иного способа.

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

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

1) Развальный способ (Рисунок 6.1).

При этом способе бревно проходит через лесопильную раму 1 раз и распиливается на несколько необрезных досок.

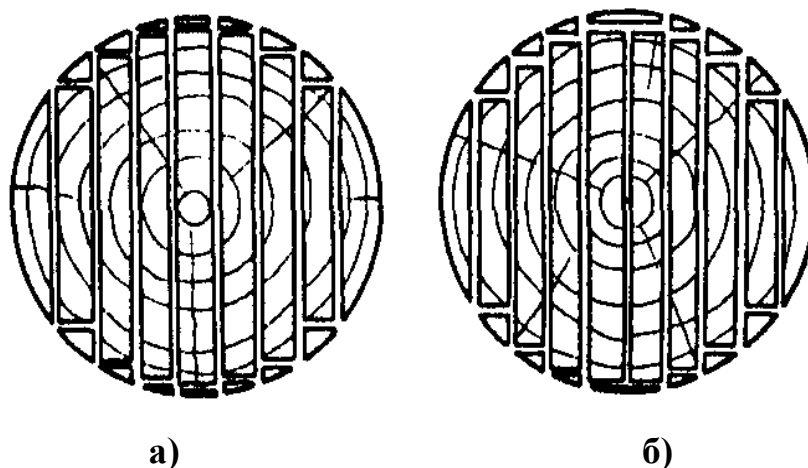


Рисунок 6.1 Способ раскря бревна вразвал:
а) с сердцевинной доской; б) с центральными досками

2) Брусово-развальный способ (Рисунок 6.2).

При этом способе бревно вначале раскраивают на брус и на необрезные доски, а затем этот брус распиливают на обрезные доски, шириной равной толщине бруса.

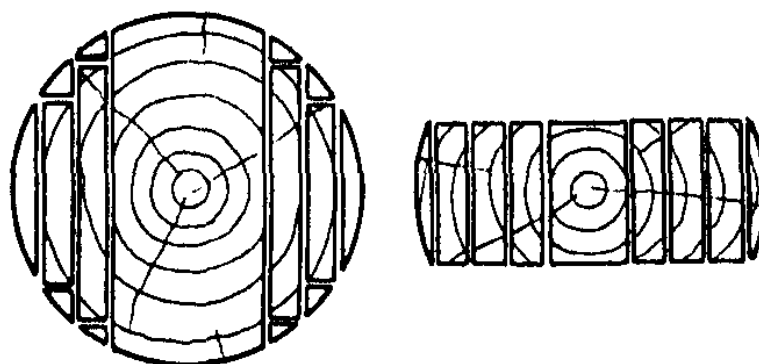


Рисунок 6.2 Брусово-развальный способ

В соответствии с выбором способа составляют поставы на раскрой бревен.

Постав – схема раскря бревен на пиломатериалы заданных размеров и качества. Постав должен обеспечивать оптимальный раскрой брёвен, т.е. получение наиболее количественного, качественного и спецификационного выхода пиломатериалов.

Поставы рассчитывают до распиловки, они определяют набор и расположение пил, межпилных и зажимных прокладок в лесопильной раме.

Ширина постава – расстояние между наружными пластинами крайних досок.

По количеству досок поставы бывают:

- чётные (с центральными досками или 2-мя брусьями);
- нечётные (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, выпиленных из одного бревна).

- несимметричные.

По расположению пластей относительно продольной оси бревна доски могут быть:

- сердцевинная (из центральной части бревна или бруса, включая сердцевину; она бывает только одна и в нечётном 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 поставы, а тонкие – по краям, это снижает отходы древесины в рейку.

Постав рассчитывают на определённый диаметр, длину и сбег 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 объёмный 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.

Поставы записываются различными способами, но чаще всего запись ведётся 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

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

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

Например: принимаем, что распиловка сортиментов ($d = 20$ см; $l = 4,0$ м) осуществляется брусово-развальным способом на лесопильных рамах (модели 2Р) поставами: первый проход $4,0 \frac{16}{75} - \frac{22}{100} - \frac{115}{162} - \frac{22}{100} - \frac{16}{75} 4,0$;

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

Графическое изображение рассмотренного постава дано на рисунке 4. 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 , даёт 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 её использования целесообразно условно разделить эту зону концентрическими кругами на несколько равных частей. Обычно делят её 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 рисунке 6.3. Тогда при расчётном 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 чертёж постава наносятся пропилы (I-I), образующие пласти пиломатериалов, в соответствии с предполагаемым делением бревна на пиломатериалы. При известной толщине досок в поставе задача его расчёта сводится к определению ширины и длины досок.

Для установления этих размеров необходимо знать расстояние между симметричными наружными пластинами досок, которое составит сумму толщины сухих досок, припусков на усушку и ширины пропилов.

Каждой паре симметричных досок в поставе будет соответствовать своё расстояние между наружными пластинами. Так для центральных досок оно соста-

вится 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 (графа 2 приложения 9, таблица 9.5).

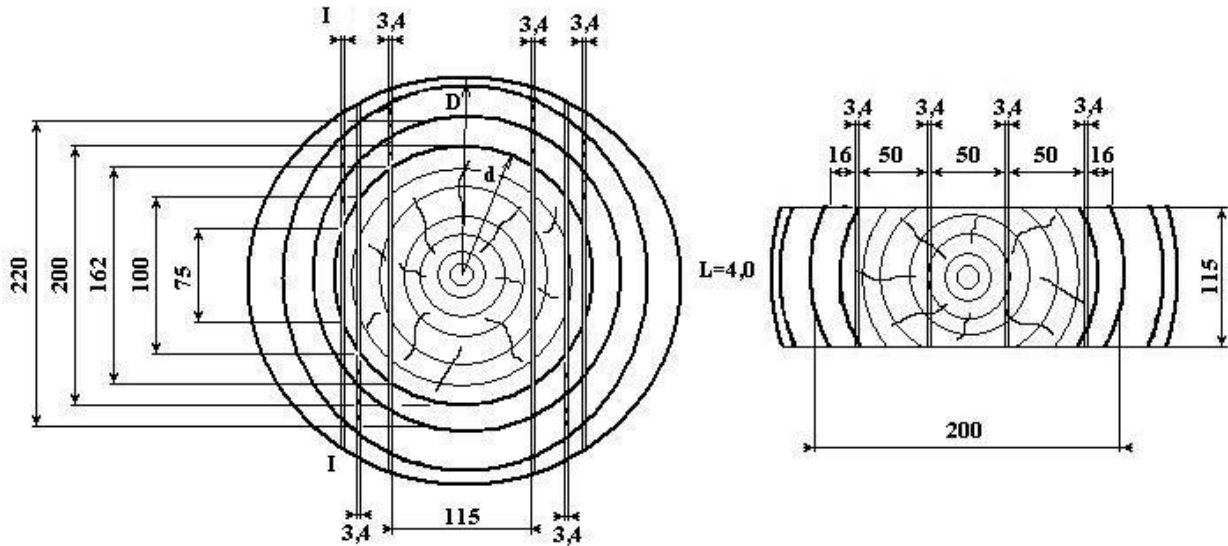


Рисунок 6.3. План раскроя 1-го сортимента ($d = 20$ см; $l = 4,0$ м; порода - сосна)

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

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

7 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ РАСЧЁТЫ КОЛИЧЕСТВА ОБРАЗУЮЩИХСЯ ОТХОДОВ 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, брусьев, заготовок, деталей и т. д.) На остальную древесину, представляющую собой вторичное сырьё (отходы), должны быть выбраны соответствующие способы её эффективной переработки.

Расчет целесообразно осуществлять исходя из состава баланса древесины (% или м^3) при первичном раскрое, который можно представить в следующем виде:

$$Q = V + Q_{\text{от}} + Q_{\text{п}}, \quad (7.1)$$

где Q – количество перерабатываемого пиловочного сырья;
 V – количество получаемых пиломатериалов;
 Q_{OT} – количество отходов (вторичного сырья);
 $Q_{П}$ – количество потерь.

Общее количество образующихся отходов (% или м³) древесины при производстве пиломатериалов можно представить следующей зависимостью:

$$Q_{OT} = q_G + q_P + q_B + q_O, \quad (7.2)$$

где q_G – объем древесины в горбылях;
 q_P – объем древесины в рейках;
 q_B – объем древесины в торцовых обрезках и вырезках;
 q_O – объем древесины в опилках.

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

$$Q_{П} = q_U + q_{П.Р}, \quad (7.3)$$

где q_U – потери древесины на усушку; $q_{П.Р}$ – потери древесины в распыл.

7.1 Отходы древесины в горбыль

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

$$Q_G = 100 \times q_G / Q_B, \quad (7.4)$$

где q_G – объем горбыля, м³; Q_B – объем бревна, м³.

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

$$S = \frac{2}{3} \times b_G \times h_G, \quad (7.5)$$

где b_G – ширина пласти горбыля в середине его длины, м;
 h_G – толщина горбыля в середине его длины, м.

Примечание: При выполнении расчётов размеры пиломатериалов берутся непосредственным измерением составленного плана раскроя по срединному диаметру.

Объем горбыля, м³, определяют по формуле:

$$q_{\Gamma} = \frac{2}{3} \times b_{\Gamma} \times h_{\Gamma} \times l_{\Gamma} \times n_{\Gamma}, \quad (7.6)$$

где l_{Γ} – длина горбыля, м;

n_{Γ} – число горбылей, получаемых из одного бревна ($n_{\Gamma} = 2$ при распиловке вразвал и $n_{\Gamma} = 4$ при распиловке с брусковкой).

Приняв объем бревна

$$Q_B = \frac{\pi \times d_{CP}^2}{4} \times l, \quad (7.7)$$

получим объем горбылей в процентах от объема бревна:

– при распиловке вразвал

$$Q_{\Gamma}^B = \frac{170 \times b_{\Gamma} \times h_{\Gamma}}{d_{CP}^2}, \quad (7.8)$$

– при распиловке с брусковкой

$$Q_{\Gamma}^B = \frac{340 \times b_{\Gamma} \times h_{\Gamma}}{d_{CP}^2}, \quad (7.9)$$

где d_{CP} – 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.

7.2 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

$$q_P = (a + c) \times h, \quad (7.10)$$

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 (м^3):

$$q_p = 1,03 \times (a + c) \times h \times l, \quad (7.11)$$

где l – длина рейки.

Отходы древесины в рейку Q_p в процентах от объема бревна после соответствующих преобразований рассчитываются по формуле:

$$Q_p = 1,31 \times \frac{(a + c) \times h}{d_{CP}^2} \times 100 \quad (7.12)$$

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.

7.3 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.

7.4 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 (m^3) можно рассчитать, исходя из следующих соображений:

– при распиловке вразвал

$$q_O^B = 0,73 \times d_{CP} \times z \times l \times П . \quad (7.13)$$

– при распиловке с брусочкой

$$q_O^B = q_O^I + q_O^{II} , \quad (7.14)$$

где q_O^I – потери при первом проходе $q_O^I = 0,63 \times d_{CP} \times z \times l \times П ;$

q_O^{II} – потери на втором проходе $q_O^{II} = 0,95 \times h_B \times z \times l \times П$

z – количество пил;

h_B – толщина бруса;

$П$ – ширина пропила, м.

Отходы в опилки в процентах от объема сырья соответственно составят

$$Q_O^B = \frac{0,73 \times d_{CP} \times z \times l \times П}{Q_B} \times 100 , \quad (7.15)$$

$$Q_O^B = \frac{q_O^I + q_O^{II}}{Q_B} \times 100 , \quad (7.16)$$

где Q_B – объем бревна, m^3 .

7.5 Потери древесины в припуски на усушку

Размеры пиломатериалов по ГОСТ 8486-86 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, обапал и т. д.). Так, например, при распиловке вразвал усушка распространяется на рейку, а при распиловке с брусочкой, где рейки почти нет, горбыли перерабатываются в обапал 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

$$q_v = \left[1 - \frac{h \times b}{(h + y_H) \times (b + y_B)} \right] \times 100 \quad (7.17)$$

где y_H – усушка по толщине; y_B – усушка по и 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.

7.6 Производство деталей при фрезеровании

План переработки сырья фрезерованием. представлен на рисунке 7.1.

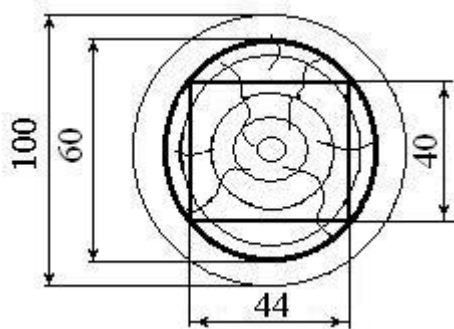


Рисунок 7.1. План обработки сортифта ($d = 6 \text{ см}$, $L = 4 \text{ м}$) на фрезерно-брусующем станке.

В производстве деталей при фрезеровании заготовок к основным потерям относится станочная стружка.

В этом случае объём образующихся отходов в процентах можно определить по формуле

$$q_{от} = \frac{q_3 - q_D}{q_3} \times 100 \quad (\%) \quad (7.18)$$

где q_3 – объём заготовки (черновых деталей, сортимента), м³;

$$q_3 = \frac{\pi \times d_{CP}^2}{4} \times l;$$

q_D – объём полученных деталей, м³; $q_D = b \times h \times l$,

b , h , l – ширина, толщина, длина получаемой детали (бруска), м. (приложение 9, таблица 9.6).

7.7 Объём отходов различных видов деревообрабатывающих производств

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 раскряжёвке – 2-3. К безвозвратным потерям – усушка шпона составляет 5-6 и упрессовка фанеры – 7-9%.

Количество образующихся отходов и потерь в процентах при производстве фанеры составляет 47-57.

Усреднённый объём отходов различных видов деревообрабатывающих производств приводится в таблице 7.1.

Таблица 7.1– Усреднённые объёмы 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 расчёты по определению состава компонентов баланса древесины, а, следовательно, и количества образующихся отходов на различных технологических этапах переработки сырья.

8 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ПРИ ЛЕСОПИЛЕНИИ И ДЕРЕВООБРАБОТКЕ

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

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

$$V = V_{\text{ПП}} + Q_{\text{О+П}}, \quad (8.1)$$

отсюда

$$Q_{\text{О+П}} = V - V_{\text{ПП}} = V(1 - 1/H) = V_{\text{ПП}}(H - 1), \quad (8.2)$$

где $Q_{\text{О+П}}$ – объем отходов и потерь, м³;

V – объем сырья, используемого в данном производстве, м³;

$V_{\text{ПП}}$ – объем продукции, вырабатываемой из данного объема сырья, м³;

H – удельный расход сырья на выработку единицы продукции, м³/ед.

В результате вычисления по формуле (2.2) 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.

8.2 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.

8.2.1 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:

$$Q_o = V \frac{N_o}{100}; \quad Q_\sigma = V \frac{N_\sigma}{100}; \quad (8.3)$$

$$Q_k = V(1 - 1/H - N_B/100 - N_O/100) = V_{\text{ПП}} \left[H - 1 - \frac{H}{100}(N_B + N_O) \right], \quad (8.4)$$

где Q_O , Q_B – количество опилок и безвозвратных потерь, м³;
 N_O – норматив образования опилок относительно сырья, %;
 N_B – норматив безвозвратных потерь, %;
 Q_K – количество кусковых отходов, м³.

8.2.2 При известной структуре образующихся отходов по видам применяется формула

$$Q_i = (1 - 1/H) \times \gamma_i \times V / 100, \quad (8.5)$$

где Q_i – количество отходов данного вида, м³;
 γ_i – доля данного вида отхода в общем их объеме, %.

9 ПУТИ И НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ 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 путём 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 её форм пилением, строганием, фрезерованием, лущением, точением, сверлением, раскалыванием. Подробная классификация способов механической обработки древесины представлена на рисунке 9.1.

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



Рисунок 9.1 Классификация способов механической обработки древесины (по данным проф. А. Л. Бершадского)

При **химико-механической переработке** получают промежуточный продукт из древесины, однородный по составу и размерам, – специально резанную 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 неё 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 измельчённой 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, измельчённого 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 ($161,7^{\circ}\text{C}$) жидкость, плотностью $1,16 \text{ г/см}^3$. Фурфурол служит исходным сырьём для получения твёрдых смол, используемых в производстве стекловолокна, некоторых деталей самолётов, автомобильных тормозов. Фурфурол служит исходным сырьём для получения антимикробных препаратов, таких как фурацилин.

Выбор любого из указанных направлений будет зависеть от следующих причин:

1. Объёма 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 решён только после соответствующих технико-экономических расчётов.

10 ЩЕПА И ЕЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

10.1 Классификация древесных частиц

В процессе механической переработки древесного сырья получают измельченную древесину в виде древесных частиц различной формы и размеров: щепу, дробленку, стружку, опилки, древесную муку и древесную пыль (ГОСТ 23246 – 78).

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 $30 - 60^\circ$, заданной длины и толщины, предназначенные для производства целлюлозы, древесных плит, продукции лесохимических и гидролизных производств.

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

Зеленая щепа – 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 размолом сухих древесных опилок и стружек.

10.2 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;
- из сучьев и целых тонкомерных деревьев (зеленая щепка);
- из круглых и колотых лесоматериалов;
- из отходов раскряжевки;
- из 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.

10.3 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 таблице 10.1.

Таблица 10.1 – Марки и назначение технологической щепы

Марка	Назначение
в целлюлозно-бумажной промышленности	
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
для использования в гидролизном производстве	
ГП-1	для производства спирта, дрожжей, глюкозы и фурфурола Спирт, дрожжи, глюкоза и фурфурол
ГП-2	для производства пищевого кристаллического ксилита
ГП-3	для производства фурфурола и дрожжей при двухфазном гидролизе
для использования в плитном производстве	
ПВ	для производства древесноволокнистых плит
ПС	для производства древесностружечных плит

10.4 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 таким примесям относятся кора, гниль и минеральные частицы.

Требования к щепе по содержанию в ней коры, гнили и минеральных включений изложены в таблице 10.2.

Таблица 10.2 – Содержание примесей в щепе

Марка щепы	Массовая доля коры, %, не более	Массовая доля гнили, %, не более	Массовая доля минеральных примесей, %, не более
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 (рисунок 10.1).

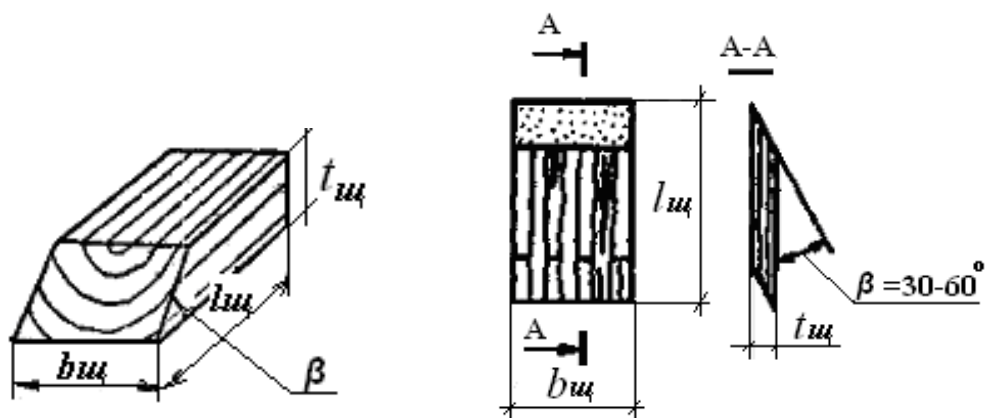


Рисунок 10.1. Геометрические характеристики щепы

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

Максимально допустимые размеры частиц в зависимости от назначения щепы представлены в таблице 10.3.

Таблица 10.3 – 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, то есть 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), кото-

рые 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 таблице 10.4. Количество щепы, не соответствующей этим требованиям, не должно превышать 30 % объема партии.

Таблица 10.4 – 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° (рисунок 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 (таблица 10.5).

Таблица 10.5 – Породы древесины для изготовления технологической щепы

Назначение щепы	Массовая доля пород древесины в щепе, %			
	хвойных 100	лиственных 100	в смеси	
			хвойных	лиственных
для целлюлозно-бумажной промышленности				
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
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.

11 СВОЙСТВА ЩЕПЫ

Щепа – сыпучий материал. По геометрической форме древесных частиц, их размеру и составу щепы 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;
- слёживаемость;
- 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 определённым углом при основании.

Как материал органического происхождения щепа гигроскопична и подвержена поражению микроорганизмами.

Подобно другим растительным материалам большая масса щепы обладает способностью саморазогреваться и при определённых условиях самовозгораться.

Основными параметрами, характеризующими свойства щепы, являются:

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

12 ПОДГОТОВКА ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЩЕПЫ

Подготовительные операции проводят до измельчения древесного сырья в рубительных машинах. К ним относятся:

1. Отбор древесного сырья от раскряжёвочных установок;
2. Сортировка по породам или породным группам;
3. Создание запасов, которые образуют единую систему подачи сырья в цех щепы;
4. Поперечная распиловка долготья на коротьё;
5. Раскалывание;
6. Окорка;
7. Удаление гнили;
8. Гидротермическая обработка древесины.

Подготовительные операции наиболее трудоёмки и составляют до 75% всех трудозатрат в производстве щепы.

13 ТИПЫ РУБИТЕЛЬНЫХ МАШИН И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Рубительные машины различных типов предназначены для измельчения лесоматериалов и отходов в технологическую щепу. Щепа – это продукция, которая должна соответствовать заданным параметрам (размер частиц, фракционный состав и др.) и может вырабатываться на рубительных машинах различного исполнения (**дисковые, барабанные, конические, шнековые**).

Наиболее стабильные геометрические размеры частиц щепы наблюдаются при движении режущего ножа в плоскости круга (дисковый рабочий орган рубительной машины). При этом подача сырья осуществляет равномерно на величину выступа режущей кромки ножа над плоскости диска. Угол среза частиц щепы в данном случае не зависит от сечения древесины и всегда постоянный, так как угол встречи вектора скорости с направлением волокон древесины не меняется и определен углом примыкания загрузочного патрона к плоскости резания. **Дисковые машины** производят щепу высокого качества, которая является сырьем для целлюлозно-бумажной промышленности, плитного производства и пр.

При движении режущего ножа по цилиндрической поверхности размеры частиц щепы (как длина, так и толщина) изменяются в результате того, что угол встречи вектора скорости с направлением волокон древесины постоянно меняется в диапазоне от 85° до 30°. На основе этого вида движения режущего ножа созданы **барабанные рубительные машины**. Такие машины используются в

основном для измельчения сучьев и кусковых отходов (щепы в основном используется в плитном производстве и в котельных установках).

Есть и такие машины, в которых режущий элемент движется по конусной поверхности (**конические рубительные машины**) или режущая кромка выполнена винтообразной формы (**шнековые машины**).

На основе анализа развития рубильной техники установлено, что в настоящее время преимущество имеют дисковые рубительные машины (53%), барабанные машины составляют 44%, другие типы машин – 3%.

По виду резания рубительные машины бывают **ножевые и резцовые**.

В зависимости от соотношения длины режущей кромки ножа и максимальной ширины измельчаемого лесоматериала различают:

открытое резание – режущая кромка ($L_{P.K.}$) полностью перекрывает ширину лесоматериала (B_M) (рисунок 13.1, а), $L_{P.K.} > B_M$;

полузакрытое резание – режущая кромка частично перекрывает ширину измельчаемого материала (B_M), при этом во взаимодействии с древесиной, кроме передней и задней граней, как при открытом резании, находится и одна боковая грань (рисунок 13.1, б) $L_{P.K.} < B_M$;

закрытое резание – длина режущей кромки ($L_{P.K.}$) значительно меньше ширины лесоматериала (B_M) и при этом во взаимодействии с древесиной находятся и две боковые грани (рисунок 13.1, в) $L_{P.K.} \leq B_M$

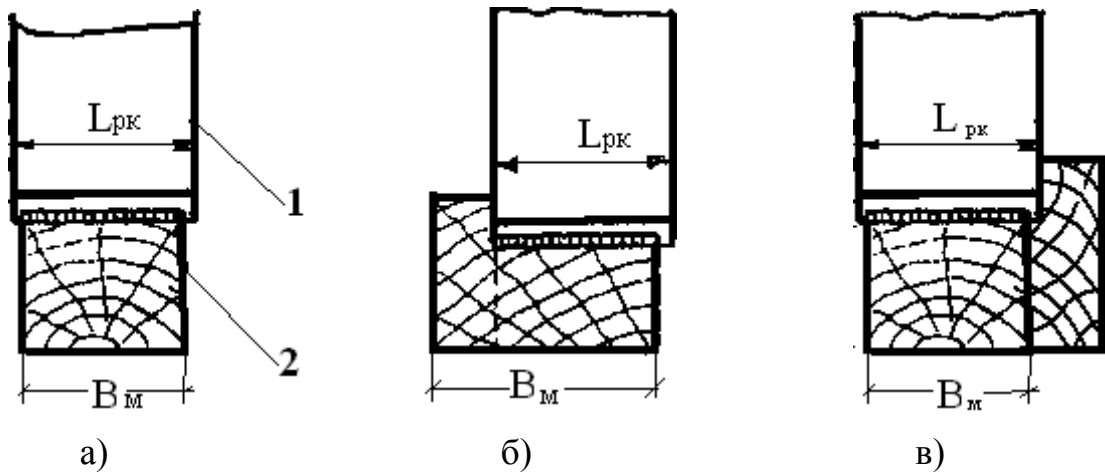


Рисунок 13.1 Виды резания древесины на щепу:

а – закрытый; б – полузакрытый; в – открытый;

1 – режущий инструмент; 2 – лесоматериал.

При открытом виде резания древесины на щепу сам процесс характеризуется большими силовыми нагрузками, а качество щепы не в полной мере соответствует требованиям стандарта.

Полузакрытый вид позволяет регламентировать все размеры щепы и значительно снизить силовые параметры процесса резания.

Рубительные машины, в основе которых заложен открытый вид резания, классифицируются как **ножевые**, машины с полузакрытым видом резания – **резцовые**. У многих машин режущий нож составной и состоит из резцов (барбанные ножевые машины).

По способу удаления щепы машины бывают с верхним и нижним способом выброса. Машины с наклонной загрузкой имеют преимущественно верхний выброс. При верхнем выбросе щепы требуется дополнительная энергия на процесс удаления щепы в бункер, циклон или в автощеповоз (до 22%). Щепа при выбросе дополнительно измельчается, что отрицательно влияет на выход щепы, в тоже время слой древесины не полностью разделившийся на щепу после резания, может разделяться при транспортировке его по щепопроводу.

При нижнем способе удаления щепы требуется специальная конструкция фундамента, для размещения в нем механизма для удаления щепы (конвейер или трубопровод).

13.1. Назначение, классификация и область применения дисковых рубительных машин

В дисковых рубительных машинах механизм резания (рабочий орган) выполнен в виде вращающегося диска с расположенными на его рабочей поверхности режущими ножами. Диск может вращаться в вертикальной, горизонтальной или наклонной плоскости под постоянным углом наклона как к поверхности диска, так и к направлению подачи. По типу рабочей поверхности диска рубительные машины бывают с плоским или профилированным (геликоидальным) диском.

Дисковые рубительные машины делятся также на малоножевые и многоножевые. Отличие их состоит не только в количестве режущих ножей, установленных на диске, но и в качественных особенностях процесса резания древесины, происходящего в тех и других машинах. В малоножевых рубительных машинах процесс резания характеризуется цикличностью (прерывистостью). Многоножевые машины работают по принципу непрерывного резания, при котором очередной режущий нож входит в контакт с древесиной раньше, чем выходит из соприкосновения с древесиной предыдущий нож.

В дисковых рубительных машинах применяют два способа установки режущих ножей: периферийный и внутренний. При периферийной установке режущий нож располагают на лицевой (рабочей) поверхности диска в специаль-

ном посадочном месте и крепят сквозными болтами с потайными головками. В этом случае скошенная фаска является передней гранью реза.

При внутреннем способе крепления режущий нож устанавливают в радиальной сквозной щели диска, на рабочей поверхности диска выступает лишь режущая часть ножа. Скошенная фаска ножа при такой установке выполняет роль задней грани ножа.

Внутреннее крепление ножей чаще всего используется в многоножевых рубительных машинах, это позволяет разместить на диске необходимое число ножей. Преимущества такого способа в наибольшей безопасности крепления. Периферийный же способ позволяет поддерживать более стабильный угол заострения, так как заточка ножей производится по передней грани, имеющей наибольший износ.

Подача сырья в рубительных машинах может осуществляться:

- под действием собственного веса измельчаемого лесоматериала;
- принудительно (с помощью валцов и гусениц);
- самозатягиванием (при большом количестве ножей на диске).

Большое количество ножей на диске и скорость вращения диска обеспечивают самозатягивание перерабатываемых отходов с постоянной скоростью, а геликоидальная форма поверхности диска исключает вращение древесины вокруг своей оси и предотвращает обратное выталкивание. В результате щепы имеет постоянную длину и ровные срезы под определенным углом. Для того, чтобы отходы входили в загрузочный патрон беспрепятственно и во время рубки не перемещались, необходимо правильно установить машину по отношению к загрузочному транспортеру.

По направлению подачи измельчаемого сырья к ножевому диску различают машины с наклонным или горизонтальным загрузочным патроном. Как правило, в машине устанавливается один загрузочный патрон. Однако при большом разнообразии размерных характеристик измельчаемого сырья (сучья, ветки, круглые лесоматериалы, горбыли, рейки) монтируется дополнительный патрон.

Рубительные машины изготавливаются с верхним и нижним выбросом щепы.

Устройство и принцип работы дисковых рубительных машин. Рабочим органом рубительной машины (рисунок 13.2) является массивный ножевой диск **5** с радиально расположенными ножами **3**, которые закреплены шпильками **7** на лицевой стороне диска. Ножевой диск закрыт кожухом **4**, на котором монтируются загрузочный патрон для подачи сырья и патрубок для выброса щепы **11**.

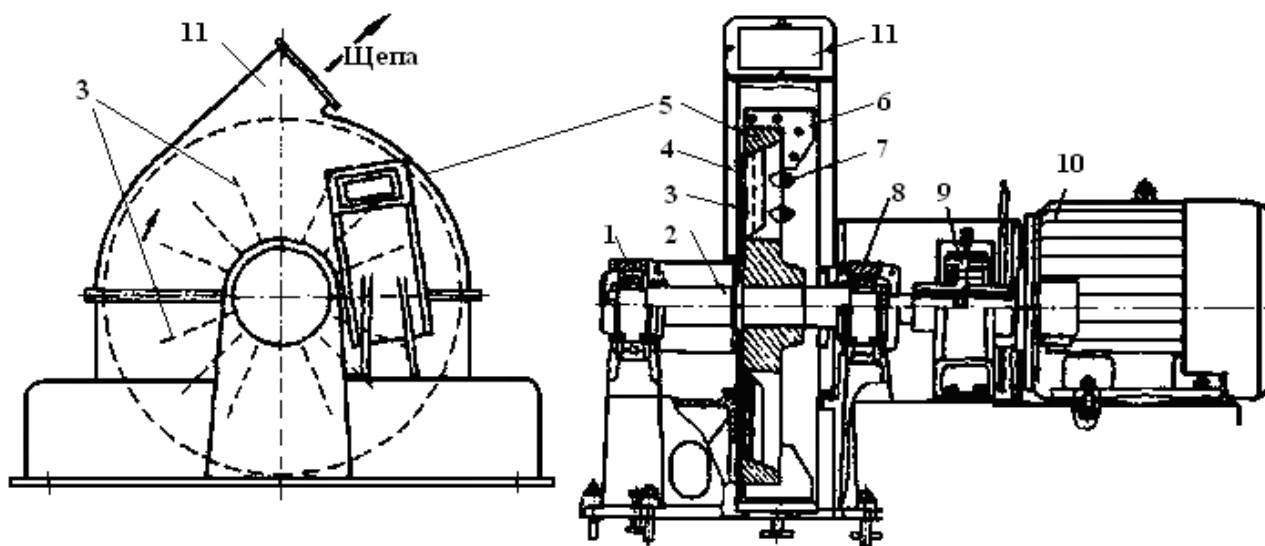


Рисунок 13.2 Дисконая рубительная машина

В патроне крепятся сменные опорные пластины, которые называются контрножами. В процессе резания древесины контрножи служат опорой для лесоматериала. При вращении диска каждый нож отрубает от него слой древесины, который распадается на щепу. Для отвода щепы в диске вдоль режущей кромки ножей выполнены сквозные подножевые окна, через которые отрубаемая щепка проходит на приводную сторону диска. Подножевые окна делаются с расширением в направлении движения срезанной древесины. Далее щепка лопастями **6** выбрасывается из машины через выносной патрубок. Ножевой диск крепится на валу **2**, установленном в сферических роликоподшипниках **1**. Привод диска осуществляется электродвигателем **10** через муфту **8**, остановка – ленточным тормозом **9**. Все конструктивные элементы машины крепятся на общей раме.

Дисконые рубительные машины по способу загрузки древесины разделяют на машины с наклонной и горизонтальной подачей. В машинах с наклонной подачей, предназначенных для измельчения короткомерного сырья, подача древесины в зону резания производится под действием силы тяжести. Машины с горизонтальной подачей используются для измельчения длинномерного сырья, которое подается в зону резания конвейером или специальным механизмом подачи. При большом разнообразии размерных характеристик измельчаемого сырья (сучья, ветки, круглые лесоматериалы, горбыли, рейки) монтируется дополнительный патрон. У машин с горизонтальной подачей загрузочный патрон повернут в горизонтальной плоскости на $40-55^\circ$ относительно оси диска и примыкает к диску так, что резание происходит ниже его горизонтальной оси. Горизонтальное расположение патрона облегчает привязку машин (машину можно устанавливать как на первом, так и на втором этаже цеха), упрощает загрузку отходов и

не требует загрузочной воронки, исключает динамические удары древесины о диск. Особенно эффективна при горизонтальной подаче переработка длинных отходов. Однако затруднена переработка короткомерных отходов длиной 1 м и менее. Горизонтальное расположение патрона требует строгой согласованности скорости загрузочного транспортера и скорости затягивания древесины ножами.

Рубительная машина **МРГ – 20**. У машин с горизонтальной подачей загрузочный патрон повернут в горизонтальной плоскости на $40-55^\circ$ относительно оси диска и примыкает к диску так, что резание происходит ниже его горизонтальной оси.

Горизонтальное расположение патрона облегчает привязку машин (машину можно устанавливать, как на первом, так и на втором этаже цеха), упрощает загрузку отходов и не требует загрузочной воронки, исключает динамические удары древесины о диск. Особенно эффективна при горизонтальной подаче переработка длинных отходов. Однако, затруднена переработка короткомерных отходов длиной 1 м и менее. Горизонтальное расположение патрона требует строгой согласованности скорости загрузочного транспортера и скорости затягивания древесины ножами.

Машина **МРГ-20** относится к рубительным машинам с геликоидальным диском (геликоидальной, винтовой рабочей поверхностью ножевого диска), обеспечивающим копирование поверхности среза древесины; установка режущих ножей производится в радиальной сквозной щели диска на специальных подкладках, закрепленных в диске винтами с потайными головками. Подкладки являются непосредственными опорами для ножей. С лицевой стороны нож зажимается геликоидальной накладкой.

Накладки удерживаются с наружной стороны конической поверхностью диска, а с внутренней конусным кольцом и кольцевой гайкой. Поверхности накладок являются продолжением задней грани ножей и вместе образуют геликоидальную поверхность.

Большое количество ножей на диске и скорость вращения диска обеспечивают самозатягивание перерабатываемых отходов с постоянной скоростью, а геликоидальная форма поверхности диска исключает вращение древесины вокруг своей оси и предотвращает обратное выталкивание.

В результате щепы имеет постоянную длину и ровные срезы под определенным углом. Для того, чтобы отходы входили в загрузочный патрон беспрепятственно и во время рубки не перемещались, необходимо правильно установить машину по отношению к загрузочному транспортеру.

Древесина на измельчение (в рубку) должна направляться в зону, наиболее выгодную для резания, такой зоной у машин типа МРГ является угол между боковыми и нижними контрножами.

Схема установки рубительной машины МРГ представлена на рисунке 13.3.

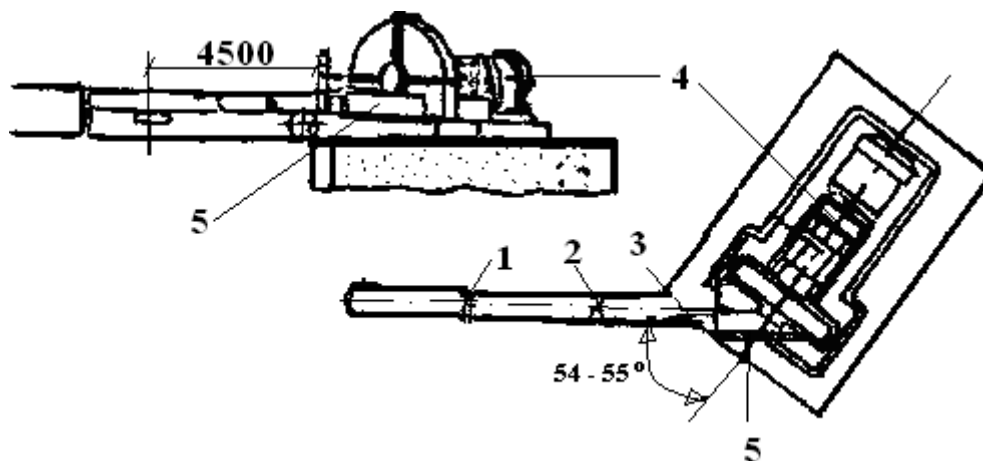


Рисунок 13.3 Схема установки рубительной машины

- 1 – металлоискатель, 2 – подающий транспортер,
3 – щиток перехода от транспортера к загрузочному патрону,
4 – рубительная машина, 5 – загрузочный патрон.

Рубительная машина модели **МРГ-20** предназначена для переработки на технологическую щепу отходов лесопиления (горбылей и реек), низкокачественной древесины.

Машина состоит из ножевого диска с валом, загрузочного патрона. Загрузочный патрон установлен горизонтально в передней части рамы, расположен под углом 41° к плоскости диска. Нижний контрнож установлен под основным загрузочным патроном и закреплен на стальном литом основании, перемещением которого достигается регулировка зазора между контрножом и режущими ножами. Боковой контрнож крепится на стальном вкладыше в отверстии патрона.

Привод ножевого диска осуществляется от электродвигателя с фазовым ротором через муфту, выполненную в виде тормозного шкива.

Тормоз ленточный с ручным управлением обеспечивает остановку ножевого диска в течение 20-30 сек.

Машина выпускается с нижним и верхним выбросом щепы. На машине с верхним выбросом щепы с задней стороны диска устанавливаются лопасти, выбрасывающие щепу через верхнюю горловину кожуха. Лопасти расположены с

продолжением поверхности подножевой щели для того, чтобы исключить возможность механического повреждения щепы от удара при её выбрасывании.

При измельчении древесины на щепу производится продольно-торцовое резание с образованием слоя стружки толщиной 10...20 мм, которая, раскалываясь, образует фракции щепы. Размеры частиц щепы зависят от кинематики процесса резания и физико-механических свойств древесины.

Условия эксплуатации оборудования и требования техники безопасности.

Надежность и безаварийность работы оборудования по переработке древесины на щепу predeterminedены правильностью его эксплуатации и обслуживания. К работе допускаются рабочие, изучившие технологический процесс производства щепы, знающие конструктивные особенности оборудования, правила техники безопасности и условия эксплуатации. Эксплуатация оборудования должна производиться строго в соответствии с требованиями технической документации.

Перед пуском рубильной машины производят ее осмотр. В зоне резания не должно быть древесины или других предметов. Проверяется надежность крепления резцов и ножей, наличие зазора между режущими кромками резцов и контрножами. Для этого диск машины проворачивают на 1..2 оборота вручную. Проверяют состояние всех вращающихся частей и узлов, работоспособность блокировок. После этого закрывают все люки и проверяют работу тормоза, при необходимости производят регулировку зазора между лентой и тормозным шкивом.

Проверяют состояние клиноременной и цепной передач и степеней их натяжки, а также наличие смазки в подшипниковых узлах и редукторах. Пуск машины производят после подачи звукового сигнала, работу машины прослушивают в течение 3...5 мин. При наличии посторонних шумов машину следует остановить и устранить выявленные неисправности. После пуска машины включают механизм подачи. Пуск механизма возможен только при включенной машине, так как его привод заблокирован с приводом машины.

Во время работы рубильной машины оператор должен следить за подачей древесины, за температурным режимом подшипников, работа приводного электродвигателя, состоянием рабочих органов механизма по дачи и загрузочного конвейера, а также за процессом удаления щепы. Не допускается длительная загрузка машины крупномерным древесным сырьём твердых лиственных пород с низкой влажностью. Нагрузку приводного электродвигателя контролируют амперметром, установленным на пульте. Попадание камней, металла в зону резания не допускается. В случае заклинивания древесины в механизме

подачи включают его обратный ход и застрявший лесоматериал удаляют. При подаче отходов необходимо следить, чтобы не было их кострения.

При обнаружении неисправностей или отклонений от нормального режима работы машину выключают. После полной остановки всех вращающихся частей выявляют причину неисправности и устраняют ее.

После окончания работы оператор визуально оценивает техническое состояние оборудования и производит его обслуживание.

В комплекс работ по техническому обслуживанию рубильной машины входят: ежедневное обслуживание (ЕО), периодичность через 8 ч, трудоемкость 1-1,5 ч;

– техническое обслуживание (ТО), периодичность через 700-750 ч, трудоемкость 35...40 ч;

– капитальный ремонт (КР), периодичность: для машины типа МРД-3, МРГМ-5 через 10000 ч, для МРР8-5ОГН – через 17000 ч, трудоемкость ремонта 400-500 ч.

Техническое обслуживание предопределяет проверку:

- зазоров в подшипниковых узлах;
- объема смазки, который должен составлять 50...70% объема полости;
- зазора между режущими ножами (резцами) и контрножами;
- состояния всех вращающихся и движущихся механизмов и узлов;
- степень износа трущихся поверхностей;
- состояние диска (барабана) рубильной машины (наличие грязи, мусора, крупной щепы в отверстиях резцедержателях, а также в посадочных местах резцов не допускается).

Во время замены режущего инструмента все гнезда и отверстия очищают с помощью специальных приспособлений (скребков).

Рассматриваемые машины в подавляющем большинстве наклонного исполнения, поэтому на стенках кожуха машины оседают (налипают) частицы щепы, а в зимнее время и примерзают. Для устранения этого явления на периферийной части диска машины в двух взаимно перпендикулярных плоскостях располагают скребки. Замену или восстановление скребков производят через 700...800 ч работы машины. В машинах с вертикальным расположением диска эту роль выполняют вентиляционные лопасти (чистка корпуса машины).

Контрножи рубильных машин заменяют через 500...600 ч работы. Конструкция контрножа предусматривает несколько рабочих граней, поэтому в первое время контрнож при затуплении одной грани только поворачивают. При износе всех граней контрнож заменяют.

Маркировка дисковых рубительных машин.

Отечественные дисковые машины, изготавливаемые с наклонным загрузочным патроном, имеют обозначение МРН, с горизонтальной подачей – МРГ.

При правом расположении патрона в индекс машин добавляется буква П, например, МРНП. Отсутствие этой буквы указывает на левое исполнение загрузочного патрона машины, например, МРН. Цифра в индексе обозначает паспортную часовую производительность машины (в плотных м³).

Буква Н, стоящая в индексе после цифры, указывает на нижний выброс щепы. При верхнем выбросе щепы эта буква отсутствует.

Большинство выпускаемых машин изготавливается с геликоидальной поверхностью диска.

Модернизированные машины, имеющие в обозначении цифру «1» выпускаются с шумопоглощающим кожухом.

В качестве примера рассмотрим индекс: **МРНП – 10Н – 1**

Расшифровка: машина рубительная с наклонным загрузочным патроном, расположенным справа, производительностью 10 пл. м³, с нижним выбросом щепы, с шумопоглощающим кожухом.

Основные параметры ножевых машин наиболее распространенных моделей и приведены в таблице 13.1, анализ которой показывает, что ножевые машины при достаточно большой мощности приводного электродвигателя способны измельчать древесное сырьё длиной 2,2 м и сравнительно небольшой толщины, т.е. они не исключают из технологии подготовительные операции.

Для обеспечения паспортной производительности ножевых машин требуется большая концентрация древесного сырья определенных размеров.

Подача и загрузка древесины в таких больших объемах (например, 100...300 м³/ч) вызывает на предприятиях ряд трудностей, в отдельных случаях это трудноисполнимо. Эксплуатационная производительность этих машин в несколько раз ниже паспортной, т.е. коэффициент использования их по производительности довольно низкий и, как показывает практика, в отдельных случаях он равен 0,14...0,56. Существенным ограничением применения ножевых рубительных машин является потребность высокого напряжения (6000 В).

Более перспективными дисковыми рубильными машинами являются **многорезцовые машины**. Они используются для измельчения как стволовой древесины, так и крупных кусковых отходов и нашли свое применение на биржах сырья, целлюлозно-бумажных заводах, на нижних складах леспромхозов, на промышленных площадках заводов древесных плит и гидролиза.

По исполнению многолезцовые машины делятся на стационарные и передвижные, по способу удаления щепы – с верхним и нижним выбросом, по размещению диска – вертикальные и наклонные ($35...45^\circ$). Машины с наклонным диском улучшают условия резания древесины, исключают случаи разворота маломерной древесины в загрузочном патроне, но более сложны. Рабочий орган (диск с резами) и корпус машины могут образовывать одну или несколько камер. В камерах могут устанавливаться сепарирующие элементы.

Такие машины позволяют улучшать качество щепы в процессе её производства. Многолезцовые машины выполняют с односпиральным или многоспиральным расположением резцов на рабочем органе или располагают резцы на диске в шахматном порядке, или ступенчато.

Технические параметры многолезцовых дисковых рубильных машин отечественного производства приведены в таблице 13.2.

Рубильная машина МРД-3 наклонного исполнения, угол наклона к горизонтальной плоскости 45° (рисунок 13.4).

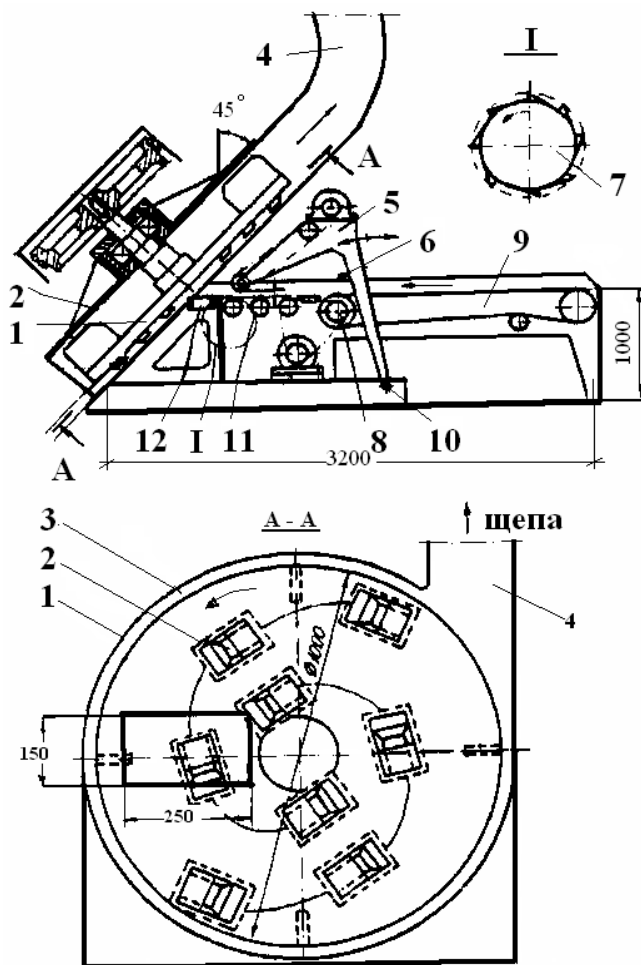


Рисунок 13.4 Дисковая рубильная машина МРД-3:

- 1 – диск;
- 2 – резец;
- 3 – камера наполнения щепы;
- 4 – щепопровод;
- 5 – верхний прижимной приводной ролик;
- 6 – блок нижних подающих роликов;
- 7 – ограничитель перемещения прижимного ролика;
- 8 – приводной барабан загрузочного конвейера;
- 9 – конвейер;
- 10 – ось качания прижимного ролика;
- 11 – привод механизма подачи;
- 12 – контрнож

Таблица 13.1 – Технические характеристики ножевых дисковых рубительных машин

Показатель	МРНП-10	МР2-20ГН МР2-20Г МР2-20Б	МРНП-30	МР3-40Н МР3-40ГБ	МР3-50Н	МР5-100	МР7-200	МР7-300
Производительность, пл. м ³ /ч расчетная	10	20	30	40	50	100	150	300
при переработке отходов	8 – 10	15 – 20	20 – 26	34 – 40	45 – 50	50 – 70	-	-
при максимальном диаметре	3,5	7,3	10,4	15	18	30	75	80
Параметры рабочего органа: диаметр ножевого диска, мм	1270	1270	1270	1600	1600	2440	3000	3000
толщина диска, мм	140	140	140	180	202	202	280	280
число рубительных ножей, шт.	16	16	16	10	10	10	10	16
частота вращения диска, мин. ⁻¹	600	600	750	600	600	365	250	250
размер ножа, мм	300x85x6			460x85x10	550x140x15 550x92x20	700x140x15 700x92x20	820x140x15	1200x140x15
Электродвигатель привода: мощность, кВт	55	75 - 90	90	132 - 160	160	500	1600	1600
Диаметр измельчаемых бревен: максимальный, см	22	20	22	30	35	50	70	70
расчетный, см	10	12	12	20	20	22	27	30
Размер разгрузочного окна, мм	250x250	400x250	250x250	550x430	550x430	550x550	750x750	800x800
Масса, т	5,7	5,5	5,7	14	32,8	40	55	58,5

Примечание:

1. Машинны оснащены дополнительным массивным маховиком.
2. Длина измельчаемого сырья в машинах не более 2,2 м.
3. Машинны оснащены системой управления и контроля, обеспечивающей плавный разгон маховых масс и исключающий запуск при нарушении блокировок корпусов.
4. Узлы машин МРН-10, 20, 30 унифицированы на 60-70%.

Таблица 13.2 – Технические характеристики многорезцовых дисковых рубительных машин

Показатель	Типы машин							
	Стационарные							передвижная
	МРР8-50ГН	МРР5-20ГН	МРГП-1000	МРД-3	Вальщикова	МРМ-10	МРМ-20	МРПМ-10
Производительность, пл. м ³ /ч	50	20	40	3	25 – 50	10	20	10
Мощность привода, кВт	160	75	250	35	200–300	55	75	55
Максимальный диаметр измельчаемого древесного сырья, см	80	50	100	15	80	30	30	25
Число резцов, шт.	25	28	31	8	18	22	16	14
Число спиралей, шт.	1	2	1	2	3	2	2	2
Расположение резцов на диске машины	спиральное V-образное			спиральное	ступенчатое	спиральное	спиральное V-образное	
Длина режущей кромки резца, мм	44	44	44	70	880 – 2 шт. 550 – 4шт. 300 – 12 шт.	50	60	60
Частота вращения диска, мин. ⁻¹	150	220	102	750	250 – 300	152	585	585
Способ удаления щепы	нижний			верхний		нижний	верхний	
Загрузка сырья	горизонтальная принудительная				наклонная	горизонтальная принудительная		
Размеры диска, мм								
диаметр	2900	2000	3500	1000	3000	1400	1600	1020
толщина	94	75	100	60	-	50	75	75
Масса, т	27	20	30	2,2	-	5,0	-	3,0

Примечание: Машина МРР5-20ГН может быть выполнена с верхним выбросом щепы.

Машина **МРД-3** состоит из многолезцового дискового органа толщиной 60 мм, на котором по двум спиральям расположены резцы с возрастающим значением шага. В каждой спирали по четыре резца из стали марки 6ХС. Диск диаметром 1000 мм имеет на периферии четыре лопатки для выброса щепы. Диск с валом опирается на радиальный шарикоподшипник и два спаренных роликовых конических подшипника. Резцы на диске расположены таким образом, чтобы резание древесины производилось поочередно каждым резцом, при этом слой древесины срезается отдельными полосками. Срезанный слой проходит через отверстия в диске и попадает в камеру, подхватывается воздушным потоком и подается щепопроводом в ёмкость или кузов автотранспорта. Для забора воздуха в задней стенке кожуха машины имеются четыре отверстия с сетками. Верхняя часть кожуха машины выполнена откидной для удобства замены резцов.

Рассматриваемые машины в подавляющем большинстве наклонного исполнения, поэтому на стенках кожуха машины оседают (налипают) частицы щепы, а в зимнее время и примерзают. Для устранения этого явления на периферийной части диска машины в двух взаимно перпендикулярных плоскостях располагают скребки. Замену или восстановление скребков производят через 700...800 ч работы машины. В машинах с вертикальным расположением диска эту роль выполняют вентиляционные лопатки (чистка корпуса машины).

Контрножи рубительных машин заменяют через 500...600 ч работы. Конструкция контрножа предусматривает несколько рабочих граней, поэтому в первое время контрнож при затуплении одной грани только поворачивают. При износе всех граней контрнож заменяют.

13.2 Особенности процесса резания древесины в дисковых рубительных машинах

Для обеспечения рекомендуемых размеров щепы рассчитываются основные параметры рубительных машин, которые сохраняют свое значение лишь при условии правильной эксплуатации и поддержания необходимого технического состояния.

В данном случае имеется в виду своевременная заточка (или замена) режущих ножей и контрножей, правильная их установка на рабочем органе с обеспечением необходимой точности выступа режущих кромок над поверхностью рабочего органа (диска, барабана) и зазоров между режущими ножами и контрножом.

Однако даже при выполнении всех технических требований и настройке рубительной машины получаемая щепа всегда имеет значительное рассеивание размеров частиц, которое и нормируется стандартом.

Процесс переработки древесины в традиционных рубительных машинах основан на принципе продольно-торцового или более сложного, продольно-торцово-поперечного резания. Особенности процесса резания древесины в дисковых рубительных машинах можно пояснить по схемам, изображенным на рисунке 13.5. Здесь так же, как и при всех других видах резания-древесины, используют клиновидный резец. Однако в отличие от пиления, строгания, фрезерования и других видов обработки технологической целью измельчения лесоматериалов является получение древесных частиц заданной формы и размеров.

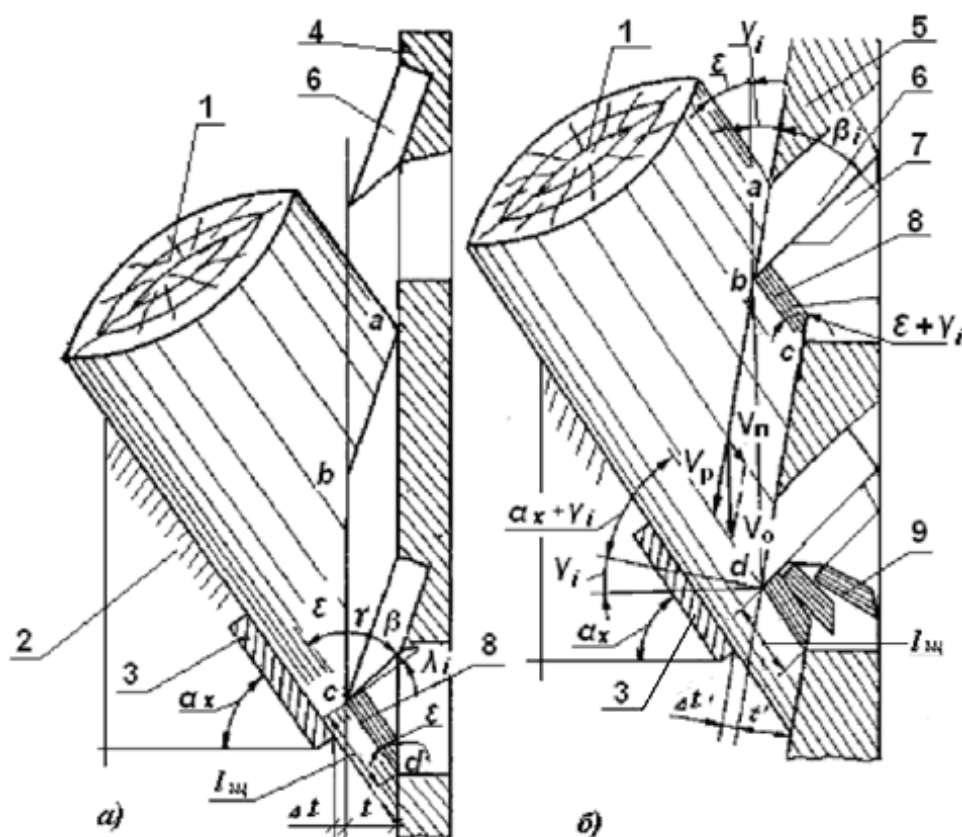


Рисунок 13.5. Схема процесса измельчения древесины в рубительной машине с плоским (а) и геликоидальным (б) дисками

1 – перерабатываемая древесина; 2 – загрузочный патрон; 3 – контрнож; 4 – плоский ножевой диск; 5 – геликоидальный ножевой диск; 6 – режущий нож; 7 – подножевая пластина; 8 – формируемый элемент щепы; 9 – отделённый элемент щепы; t – величина выступа режущей кромки ножа (толщина срезаемого слоя древесины); ε – угол встречи вектора скорости резания с направлением волокон древесины, рад; α_x – угол наклона (угол, лежащий между линией лезвия ножа и направлением волокон древесины), рад.

В рубительной машине с **плоским** диском **4** (рисунок 13.5, а) ножи **6** с углом заточки β и задним углом γ выпущены над поверхностью диска на расстояние t . Древесное сырье **1** по наклонному питающему патрону **2** с углом α_X поступает под вращающиеся ножи диска. В процессе резания лесоматериал опирается на контрнож **3**, кромка которого должна находиться на определенном расстоянии Δt от лезвия ножа. Отрубаемые частицы щепы имеют острый угол, численно равный углу встречи ε измельчаемого лесоматериала с диском. Очевидно, что $\varepsilon = 90^\circ - \alpha_X$.

Таким образом, результатом взаимодействия режущего ножа и древесины в рубительной машине является образование элемента щепы.

Длина элементов щепы $l_{щ}$ в основном определяется кинематическими параметрами рубительной машины и практически мало зависит от геометрии резца и свойств древесины. Ее расчет ведется по формуле:

$$l_{щ} = \frac{t}{\cos \alpha_X}. \quad (13.1)$$

Если патрон развернут в горизонтальной плоскости на угол α_Y , длина щепы составит:

$$l_{щ} = \frac{t}{\cos \alpha_X \cos \alpha_Y}. \quad (13.2)$$

В рубительных машинах с горизонтальной, подачей, когда $\alpha_X = 0$, длина щепы будет равна:

$$l_{щ} = \frac{t}{\cos \alpha_Y}. \quad (13.3)$$

Таким образом, в рубительных машинах с **плоским диском** длина технологической щепы зависит

- 1) от выпуска ножей t ;
- 2) углов наклона загрузочного (питающего) патрона α_X , α_Y .

Из рисунка 13.5, а нетрудно увидеть, что подача древесины на величину t осуществляется в машине с плоским диском только при входе ножа в древесину на участке **ab**. Усилие, необходимое для перемещения лесоматериала, создает передняя кромка ножа. При дальнейшем движении ножа на участке **bc** и до выхода из древесины подачи сырья не происходит. Лесоматериал в точке **a** опирается на торцовую поверхность диска и скользит по ней при вращении. Давление

в точке **a**, которое зависит от массы измельчаемого лесоматериала и угла подачи, вызывает смятие древесины, а трение лесоматериала способствует быстрому износу поверхности диска. Трение и износ диска еще более возрастут, если в такой машине осуществлять принудительную подачу сырья. Если верхний нож начнет входить в древесину раньше, чем нижний окончит рез, будет наблюдаться срыв в процессе резания. Верхняя часть лесоматериала станет подаваться к диску в то время, как нижняя еще опирается на диск и будет препятствовать подаче. Лесоматериал, находящийся в патроне, начнет движение по часовой стрелке до тех пор, пока не отделится элемент щепы. Под действием веса лесоматериала снова займет исходное положение, однако продолжающий движение нож передней гранью вновь станет поднимать его, подтягивая к диску. Неустойчивое положение сырья в процессе резания, вибрации, толчки и отскакивания лесоматериала типичны для машин с плоским диском. Выход качественной щепы заданных размеров и фракционного состава здесь невысок.

Иначе протекает процесс резания в дисковых рубительных машинах с **геликоидальной** (винтовой) поверхностью, для которых характерна непрерывность процессов резания и попутного затягивания древесины (рисунок 13.5, б). Задняя грань ножа **б** здесь является продолжением скошенной накладки диска **5**. И накладка, и задняя грань ножа имеют одинаковый задний угол γ_i , поэтому угол встречи лесоматериала с плоскостью диска равен $\varepsilon + \gamma_i$. При входе ножа в древесину, как и в машине с плоским диском, процесс резания на участке **ab** сопровождается одновременно затягиванием лесоматериала к диску со скоростью U_{II} вдоль волокон. Однако при проходе точки **b** лесоматериал в точке **a** не упирается в плоскость диска, а продолжает скользить по его поверхности. Лезвие ножа производит рез в плоскости, повернутой относительно окружной скорости U_0 на угол γ_i . Поворот плоскости резания вызывает увеличение острого угла среза щепы на величину γ_i . Скорректировать величину этого угла можно уменьшением угла встречи лесоматериала с диском соответствующим увеличением наклона патрона α_X на величину γ_i .

Из параллелограмма скоростей по теореме синусов получим уравнение:

$$\frac{U_{II}}{\sin \gamma_i} = \frac{U_0}{\sin (\pi / 2 + \alpha_X - \gamma_i)} = \frac{U_P}{\sin (\pi / 2 - \alpha_X)}. \quad (13.4)$$

Отсюда определяем скорость (м/с) затягивания древесины в процессе резания:

$$v_{II} = v_0 \frac{\sin \gamma_i}{\cos(\alpha_x - \gamma_i)}. \quad (13.5)$$

Скорость подачи древесины к рубительной машине лесотранспортером не должна быть выше скорости затягивания, иначе лесоматериал будет отброшен от диска. Лезвия режущих ножей будут срезать элементы щепы ϑ различной длины под неопределенным углом. Срыв процесса резания из-за большей, чем необходимо, скорости подачи может иногда наблюдаться в машинах с наклонным патроном. Здесь скорость движения лесоматериала не контролируется и может превысить скорость затягивания.

Большое влияние на процесс затягивания лесоматериала в рубительной машине оказывает задний угол γ_i , который называют еще углом затягивания. Величина этого угла должна быть подобрана такой, чтобы обеспечить постоянство скорости затягивания v_{II} . Только при постоянном значении v_{II} можно обеспечить равномерный процесс резания и получение ровной щепы. С учетом того, что окружная скорость ножа v_0 (м/с) определяется угловой скоростью диска ω и радиусом резания R_i получим:

$$v_0 = \omega \times R_i = \frac{\pi \times n}{30} \times R_i, \quad (13.6)$$

где n – частота вращения ножевого диска, мин⁻¹.

Каждой точке на лезвии ножа соответствует свой радиус резания, поэтому величина R_i непостоянна. Скорость затягивания после подстановки значения v_0 составит:

$$v_{II} = R_i \frac{\pi \times n}{30} \times \frac{\sin \gamma_i}{\cos(\alpha_x - \gamma_i)}. \quad (13.7)$$

Отсюда видим, что постоянную скорость затягивания можно осуществить только при переменной величине угла γ_i . Каждой точке на лезвии ножа с радиусом R_i должен соответствовать определенный угол γ_i . С увеличением радиуса резания значение угла затягивания должно уменьшаться. Это условие выполняется в рубительных машинах с геликоидальным диском. Ножи, а также накладки в секторе между ножами здесь скручивают так, чтобы угол затягивания уменьшался к периферии диска. Величина угла затягивания зависит и от заданных размеров щепы.

Длина щепы (мм) в машинах с геликоидальным диском (рисунок 13.5, б) определяется :

- 1) шагом t' (в мм), с которым ножи входят в древесину;
- 2) углом наклона патрона α_X ;
- 3) углом затягивания γ_i .

$$l_{щ} = \frac{t'}{\cos(\alpha_X - \gamma_i)}. \quad (13.8)$$

По этой же формуле решается обратная задача – по заданной потребителем длине частиц щепы определяется величина выступа ножа над рабочей поверхностью режущего органа рубительной машины (диска, барабана), т. е. толщина срезаемого слоя древесины.

Наряду с равномерной подачей древесины с постоянной скоростью важна и непрерывность процесса резания. Условие непрерывности соблюдается в том случае, если ножи входят в древесину последовательно один за другим с шагом t' . При этом расстояние между лезвиями ножей bd должно быть строго определенным. За некоторый промежуток времени δ ножи будут перемещаться по дуге с окружностью R_i со скоростью v_0 . Точка b на лезвии ножа переместится в точку d , а лесоматериал из точки b переместится в точку c . Длина пути по дуге bd составит:

$$bd = \frac{2 \times \pi \times R_i}{z}, \quad (13.9)$$

где z – число ножей.

Время, за которое будет пройдено это расстояние, составит:

$$\delta = \frac{bd}{v_0} = \frac{2 \times \pi \times R_i}{v_0 \times z}. \quad (13.10)$$

За это же время лесоматериал со скоростью v_{II} переместится на расстояние bc , равное длине щепы. Отсюда:

$$\delta = \frac{l_{щ}}{v_{II}}. \quad (13.11)$$

После преобразования получим выражение для расчетной длины щепы:

$$l_{щ} = \frac{v_{II}}{v_0} \times \frac{2 \times \pi \times R_i}{z}. \quad (13.12)$$

Отсюда видим, что соотношение скоростей $\frac{v_{II}}{v_0}$ является важным фактором, определяющим длину щепы. С уменьшением скорости затягивания лесоматериал продвинется с опозданием в точку *a* (рисунок 13.5, б), тогда лезвие ножа начнет рез несколько раньше. При этом длина частиц *bc* уменьшится. Если скорость v_{II} велика, лесоматериал подойдет к плоскости диска раньше и нож начнет рез с некоторым опозданием. Длина частиц при этом увеличится. Чтобы длина щепы оставалась постоянной, соотношение скоростей v_{II} и v_0 должно быть таким, чтобы лесоматериал и нож приходили в заданную точку *a* одновременно. Если отношение скоростей $\frac{v_{II}}{v_0}$ в формуле (13.12) заменить тригонометрическими величинами из уравнения (13.5), то длина щепы составит:

$$l_{щ} = \frac{2\pi R_i}{30} \times \frac{\sin \gamma_i}{\cos(\alpha_x - \gamma_i)}. \quad (13.13)$$

Таким образом, длина щепы в машинах с геликоидальным диском определяется рядом параметров, связанных между собой строгим соотношением. Среди этих параметров, помимо отношения скоростей $\frac{v_{II}}{v_0}$ наиболее важное значение имеет угол затягивания γ_i . Из Δbcd на рисунке 13.5, б можно вывести:

$$\gamma_i = \arctg \frac{l_{щ} \cos \alpha_x}{R_i \sin \frac{\pi}{z} - l_{щ} \sin \alpha_x}. \quad (13.14)$$

В выражении (13.13) длина щепы, число ножей и угол наклона патрона – величины постоянные, поэтому значение угла затягивания определяется только радиусом резания. Отсюда понятна необходимость переменного значения γ_i для каждой точки на лезвии радиуса резания R_i . Видим также, что угол γ_i должен постепенно уменьшаться по длине радиально расположенного ножа от периферии к центру диска. Это условие выполняется в рубительных машинах с геликоидальным диском.

Если величина угла затягивания γ_i при радиусе резания R_i будет больше требуемого значения, то длина отрезаемой щепы возрастет. Оптимальной длине

щепы 25 мм на заданном радиусе резания соответствует угол $3,2^\circ$. Если этот угол уменьшить до $1,4^\circ$, длина получаемой щепы снизится до 14 мм.

Следовательно, длина щепы (мм) в машинах с геликоидальным диском (рисунок 13.5, б) определяется:

- 1) шагом t' (в мм), с которым ножи входят в древесину;
- 2) углом наклона патрона α_X ;
- 3) углом затягивания γ_i ;

и зависит от

- 4) соотношения скоростей $\frac{v_{II}}{v_0}$.

Что касается толщины элементов щепы $t_{щ}$ (рисунок 13.6), то она образуется в процессе внедрения ножа в древесину и помимо длины щепы $l_{щ}$ зависит еще и от целого ряда факторов, относящихся непосредственно к рубительной машине, а также физико-механическим свойствам перерабатываемой древесины, т. е. толщина щепы в отличие от длины зависит не только от кинематических параметров дисковых рубительных машин, но и от физико-механических свойств древесины.

Изменчивость показателей этих свойств столь широка, что получить щепу стабильной толщины практически невозможно. Однако изменением некоторых параметров рубительных машин толщину щепы все же удастся сместить в желаемую сторону.

Процесс резания в рубительной машине сопровождается образованием в древесине сложного комплекса напряжений и деформаций.

Клиновидный резец (рисунок 13.6) внедряется в древесину в направлении вектора скорости резания с силой P_p , которая разлагается на нормальную σ_H и касательную σ_τ составляющие.

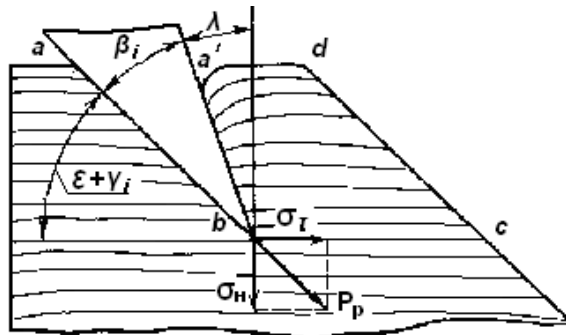


Рисунок 13.6 Схема образования элементов щепы в рубительной машине

По мере внедрения ножа в древесину, на его передней грани наблюдается постепенный рост напряжений. Эти напряжения численно равны произведению модуля упругости древесины вдоль волокон и относительной деформации осевого сжатия щепы клином. Когда эти напряжения превысят предел прочности древесины на скалывание вдоль волокон, произойдет отделение частицы по плоскости сдвига bc . Скалывание элемента щепы происходит под действием касательных напряжений σ_{τ} .

Нормальные напряжения σ_H вызывают сжатие и смятие древесины поперек волокон. Если бы древесина была идеально упругим телом, щепка имела бы в сечении правильную форму параллелограмма $abcd$. В реальной щепе верхняя сторона параллелограмма всегда короче и равна $a'd$, так как древесина на торцовом срезе смята по плоскости $a'b$. Смятие торцового среза щепы объяснялось обычно осевым сжатием древесины передней гранью клина. Но прочность древесины на сжатие вдоль волокон примерно в 5 раз превышает прочность на скалывание, поэтому напряжения, вызывающие скалывание щепы, не могут вызвать какого-либо смятия древесины при ее осевом сжатии. Наблюдаемое на торцовом срезе щепы смятие древесины вызывается иными причинами. Под воздействием силы P_P происходит не только перерезание волокон древесины, но и ее сжатие лезвием ножа поперек волокон. Усилие, необходимое для перерезания волокон, в несколько раз превышает усилие, при котором происходит смятие древесины при сжатии поперек волокон. Поэтому составляющая σ_H вызывает смятие древесины раньше, чем происходит перерезание волокон. В этом случае передняя грань ножа подвергает сжатию уже смятые волокна древесины. При перемещении ножа смятые волокна дополнительно подвергаются изгибу из-за трения передней грани о поверхность древесины. Сжатие и изгиб смятых волокон вызывают образование на торцовом срезе видимых дефектов – ворсистости или трещин глубиной 1-2 мм, если нож недостаточно острый. Движение частиц после отруба показано на рисунке 13.5, б.

С увеличением скорости резания сила P_P будет возрастать, что вызовет одновременно и рост составляющей σ_{τ} . Поэтому отделение частиц станет происходить при более коротком перемещении ножа в древесине, т. е. толщина щепы будет уменьшаться пропорционально возросшей скорости резания.

Экспериментально доказано, что любое увеличение скорости резания приводит к увеличению в щепе относительного количества спичек, мелкой фракции и опилок. Поэтому не рекомендуется работать при скоростях резания

более 20-25 м/с, хотя это и снижает производительность машин. Увеличение скорости резания еще более ухудшает качество щепы, при резании мерзлой древесины. Было установлено, что при резании мерзлых балансов со скоростью $v_p=9,7$ м/с мелкая фракция в щепе составляет 8,9 %, опилки 3,8 %. С увеличением скорости резания до 36,4 м/с доля мелкой фракции возрастает до 24 %, а опилок до 16,6 %.

Для объяснения этого факта снова обратимся к свойствам древесины. При понижении температуры прочность влажной древесины заметно возрастает благодаря образованию льда. Установлено, что при температуре -30°C прочность на сжатие вдоль волокон древесины влажностью 70 % увеличивается в 2,43 раза, на скалывание в 2,16, на сжатие поперек волокон в 3,5 раза. При резании мерзлой древесины напряжения сжатия в точке **b** (рисунок 13.6) значительно возрастут из-за увеличения упругости. Одновременно возрастает и составляющая σ_{τ} , которая вызовет отделение щепы при значительно меньшей толщине элемента.

Тонкая щепа из мерзлой древесины разбивается о выступающие поверхности в рубительной машине и дополнительно распадается на узкие частицы – спички.

Отметим также, что смятие волокон у мерзлой древесины должно происходить меньше, благодаря значительному возрастанию прочности на сжатие поперек волокон.

Существует два пути улучшения качества щепы при резании мерзлой древесины. Один путь – снизить скорость резания уменьшением частоты вращения ножевого диска, другой – изменить угол λ (рисунок 13.6). Этот угол, который является дополнением до 90° суммы углов встречи ε , угла затягивания γ_i , и угла заточки β_i , контролирует толщину щепы. Установлено также, что с увеличением угла λ , уменьшается количество как спичек, так и мелкой нестандартной фракции щепы.

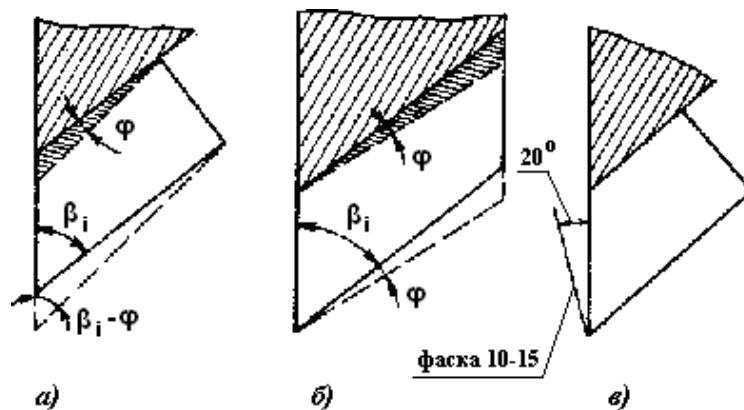


Рисунок 13.7 Схема установки компенсирующих клиньев при изменении угла заточки ножей в машинах с геликоидальным диском

На практике различные значения угла λ могут быть получены изменением угла заточки β_i . Следует помнить, однако, что любые изменения угла заточки ножей в машинах с геликоидальным диском могут нарушать кинематику процесса резания. Поэтому при изменении угла заточки на некоторый угол φ между накладкой диска и ножом следует устанавливать компенсирующие клинья с соответствующим углом φ (рисунок 13.7).

При увеличении угла заточки острое клина должно быть направлено к периферии диска (рисунок 13.7, а), при уменьшении – к центру диска (рисунок 13.7, б).

Известен и другой способ уменьшения угла заточки – снятие на передней грани ножа короткой фаски шириной не более 1,5 мм под углом около 20° (рисунок 13.7, в).

Хотя с уменьшением угла заточки ножей и удается улучшить качество щепы, однако такие ножи быстрее подвержены затуплению, особенно при резании мерзлой древесины. При тупых ножах ухудшается подача древесины, срез щепы получается более грубым, шероховатым, появляется большое количество мелкой фракции, возрастает расход электроэнергии. Использование высококачественных инструментальных сталей можно добиться уменьшения углов заточки и более долговременной работы ножей.

Для условий резания древесины в рубительной машине, когда сумма угла встречи ε и угла резания близка к 90° (рисунок 13.5, б), толщина элементов щепы может быть рассчитана по упрощенной формуле:

$$t_{щ} = \frac{l_{щ} \tau_{в//}}{\sigma_{см} (1 + f_c f_d)}, \quad (2.15)$$

где $l_{щ}$ – длина щепы, мм;

$\sigma_{см}$ – предел сопротивления древесины смятию вдоль волокон, Па;

$\tau_{в//}$ – предел сопротивления древесины скалыванию вдоль волокон, Па;

f_c – коэффициент добавочного сопротивления при сдвиге элемента щепы;

f_d – коэффициент трения древесины по передней грани ножа.

Помимо рассмотренных факторов на качество щепы оказывают влияние величина зазора Δt между лезвиями ножей и кромками контрножей (рисунок 13.5), а также состояние рабочих кромок контрножей и подножевых пластин 7.

Величина зазора Δt должна быть минимально возможной и строго отрегулирована в пределах 0,5-0,8 мм. При увеличении зазора ухудшается качество торцовых срезов частиц, появляется большое количество спичек и мелкой фракции. Рабочие кромки контрножей должны подвергаться своевременной заточке. При эксплуатации машин они постепенно затупляются, что приводит к снижению выхода кондиционной щепы. Радиус закругления рабочей кромки контрножа при износе должен быть не более 2 мм.

Качество щепы в немалой степени зависит от своевременного и тщательного технического обслуживания рубительной машины в соответствии с требованиями завода-изготовителя.

13.3 Назначение, классификация и область применения барабанных рубительных машин

Барабанные рубительные машины используются в основном для измельчения сучьев и кусковых отходов (щепа используется в плитном производстве и в котельных установках).

Конструкции барабанных рубительных машин разработаны применительно к различным видам измельчаемого древесного сырья.

Для переработки сучьев предназначены рубительные машины **ДУ-2АМ** и **МРГС-7**. Для измельчения отходов раскряжевки разработана рубительная машина **МРБ-04**. На лесохимических предприятиях для измельчения пневого осмола используют рубительные машины **УПЩ-13**, **МРБ-02** и **МРБ-03**.

Несмотря на специализацию, барабанные рубительные машины можно использовать для измельчения практически любого вида древесного сырья.

По типу рабочего органа различают машины с полым или цельным барабаном цилиндрической или конической формы. В практике используются два типа конструкций ножевых барабанов, отличающихся один от другого способом удаления из зоны резания полученной (срезанной) щепы – барабаны щелевого и пазушного типов. Щелевые барабаны делаются полыми, образуемая в процессе резания стружка (щепа) через подножевые щели поступает в полость барабана и затем удаляется вдоль оси вращения барабана через один из торцевых проемов. В барабанах пазушного типа срезанная щепа собирается во впадинах (пазухах), расположенных в теле барабана перед каждым режущим ножом. В этом случае ножевой барабан делается сплошным (массивным) и служит одновременно маховиком.

Ножи могут располагаться по образующей барабана лезвиями, обращенными к наружной или внутренней поверхности. Соответственно расположе-

нию ножей осуществляется внешний или внутренний подвод сырья. Лезвия ножей могут быть сплошными или прерывистыми – в виде гребенки.

Барабанные рубительные машины изготавливают с гравитационной или принудительной подачей. Подача лесосечных отходов в барабанные рубительные машины сопровождается технологическими трудностями (сучья переплетены, поступают пучками, загрузочный патрон неравномерно заполняются). Устранить эти недостатки позволяет конструкция механизма подачи, в котором верхние вальцы выполнены конусообразно с общим большим основанием, расположенным по оси загрузки. Такой механизм позволяет равномерно распределять поток сучьев по всей ширине загрузочного патрона.

Загрузочный патрон может быть расположен горизонтально, вертикально или наклонно под углом α_x к горизонтальной плоскости. Патрон может быть, также развернут в горизонтальной плоскости под углом α_y к обечайке барабана.

В процессе резания в барабанных рубительных машинах продольная ось лесоматериалов может быть параллельна или перпендикулярна продольной оси барабана.

Устройство и принцип работы барабанных рубительных машин.

Наиболее широкое распространение в лесной промышленности получила рубительная машина ДУ-2АМ, предназначенная для переработки на технологическую и топливную щепу отходов лесозаготовок (сучьев, ветвей и вершин), образующихся при очистке стволов на стационарных сучкорезных машинах и площадках ручной обрезки сучьев.

Механизм принудительной подачи сырья состоит из группы вертикальных и горизонтальных приводных вальцов, причем боковые и нижние вальцы установлены неподвижно, а верхний имеет возможность перемещаться вертикально, обеспечивая захват и подачу слоя сучьев различной толщины.

Режущим инструментом рубительной машины ДУ-2АМ (рисунок 13.8) являются плоские ножи комбинированной конструкции: режущая часть в виде тонкой пластинки (2...3 мм) изготавливается из легированной, а тело – из малоуглеродистой конструкционной стали. На рубительной машине установлено специальное приспособление для заточки ножей, закрепленных в рабочем положении. На эту операцию при нормальном затуплении (без выщерблений) затрачивается 20...25 мин. Приспособление для заточки выполнено в виде откидного суппорта, смонтированного на станине рубительной машины.

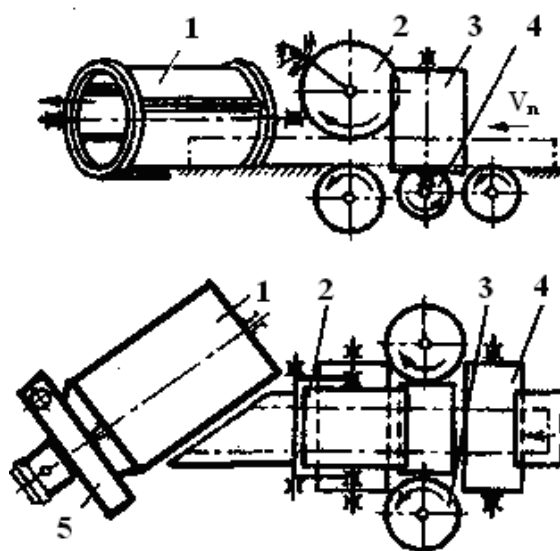


Рисунок 13.8 Барабанная рубительная машина ДУ-2АМ

Механизм резания машины ДУ-2АМ состоит из полого барабана **1** диаметром 600 мм, который расположен под углом 35° к направлению подачи древесного сырья. На обечайке барабана, имеющего привод 55 кВт, закреплены четыре ножа. Горизонтальная подача сырья со скоростью 0,8 м/с осуществляется механизмом, который состоит из системы вертикальных и горизонтальных приводных валцов. Два боковых **3** и три нижних вальца **4** установлены в неподвижных опорах и имеют один общий привод. Верхний горизонтальный валец **2**, благодаря шарнирной подвеске, может перемещаться по высоте в зависимости от толщины перерабатываемого сырья. Сечение загрузочного патрона составляет 300 x 300 мм.

Для удаления щепы из полости ножевого барабана внутри барабана установлен наклонный лоток, направляющий поток образующейся щепы в приемное окно центробежного вентилятора, который подает щепу в сборный бункер. Ножевой барабан приводится от электродвигателя мощностью 55 кВт.

Центробежный вентилятор **5**, встроенный в открытый торец барабана, направляет щепу вверх по трубопроводу в циклон. Машина поставляется в комплекте со специализированным (для сучьев) канатным транспортером ТТ-2.

Механизм резания барабанного типа позволяет создавать рубительные машины со значительным проходным сечением загрузочного патрона. Так, размеры приемного патрона машины для измельчения сучьев МРГС-7 составляют 900x500 мм. Механизм подачи состоит из системы горизонтальных нижних валцов и качающегося верхнего вальца. Но боковые вальцы, используемые в машине ДУ-2АМ, исключены. Механизм резания выполнен также из полого четырехножевого барабана диаметром 1300 мм. Для сбора и отвода щепы на барабане предусмотрены подножевые пазухи. Они позволяют отделить щепу из лесосечных отходов крупных размеров. Нижний выброс щепы осуществляется через перфориро-

ванную перегородку, которая задерживает крупные частицы, подвергающиеся дополнительному измельчению. Производительность машины достигает 30 м³/ч, общая установленная мощность составляет 180 кВт.

Рубительная машина ЛО-56 по конструктивной схеме и принципу резания древесины близка к рубительной машине ДУ-2АМ. Это барабанная машина с принудительной подачей перерабатываемого сырья. По пропускной способности (производительности и размерам приемного окна) рубительная машина ЛО-56 рассчитана на применение в технологических потоках обработки деревьев (с кроной) на нижних складах лесозаготовительных предприятий. Машина ЛО-56 состоит из механизма резания, подающего механизма, вентилятора для выброса щепы, трубопровода с вентилятором поддува воздуха и циклона. Механизм резания представляет собой полый барабан с закрепленными по периферии шестью плоскими режущими ножами. Ножевой барабан через муфту приводится от соосно расположенного электродвигателя, установленного на общей раме рубительной машины. Полумуфта, расположенная на оси ножевого барабана, выполнена в виде тормозного шкива. Механизм подачи рубительной машины ЛО-56 включает группу горизонтальных и вертикальных боковых подающих вальцов, верхний горизонтальный валец может перемещаться по вертикали, а остальные установлены неподвижно. Для повышения сцепления с подаваемым материалом все вальцы снабжены шипами, которые размещены на образующей поверхности. Привод вальцов осуществляется от общего электродвигателя.

Удаляемая из полости ножевого барабана щепка при помощи лопастей, установленных на барабане, подается по отводящему трубопроводу в бункер. Рубительная машина ЛО-56 должна комплектоваться специализированным лесотранспортером ТТ-5 для подачи сучьев, ветвей и вершин.

Рубительная машина МРБ4-ЗОГН обеспечивает высокоэффективную переработку таких видов отходов нижнескладского производства, как сучья, ветви и вершины на технологическую и топливную щепу. Машина МРБ4-ЗОГН разработана НИИЦмашем совместно с ЦНИИМЭ, предназначается для использования в технологических потоках нижних складов на базе установок групповой обработки деревьев МСГ, а также в линиях индивидуальной обрезки сучьев в ЛО-30, ПСЛ и др.

Рубительная машина МРБ4-ЗОГН состоит из механизма резания с приводом, механизма подачи вальцового типа и электрооборудования (щитов и пультов управления). Образующаяся в процессе резания щепка через подрезцовые щели поступает в полость барабана, откуда неподвижным лотком (плужком), установленным внутри барабана, удаляется на выносной конвейер. По мере уменьшения

перерабатываемого отрезка древесины он опускается по стенке патрона вниз, приближаясь к контрножу.

Рубительная машина МРБР8-15Н формирует элементы щепы с регламентированными размерами по длине и толщине. Величина выступа главного лезвия резца над образующей барабана определяет толщину элементов щепы, а длина лезвия резца формирует длину элемента щепы.

Параметры резцового барабана рубительной машины рассчитаны на получение частиц щепы длиной 22 мм и толщиной 5 мм.

Рубительная машина ДО-51 (рисунок 13.9) предназначена для переработки на технологическую и топливную щепу отходов лесозаготовок (сучьев, ветвей, вершин, откомлевок), лесопиления (горбылей, реек) и дровяной древесины диаметром до 20 см (при длине 3 м).

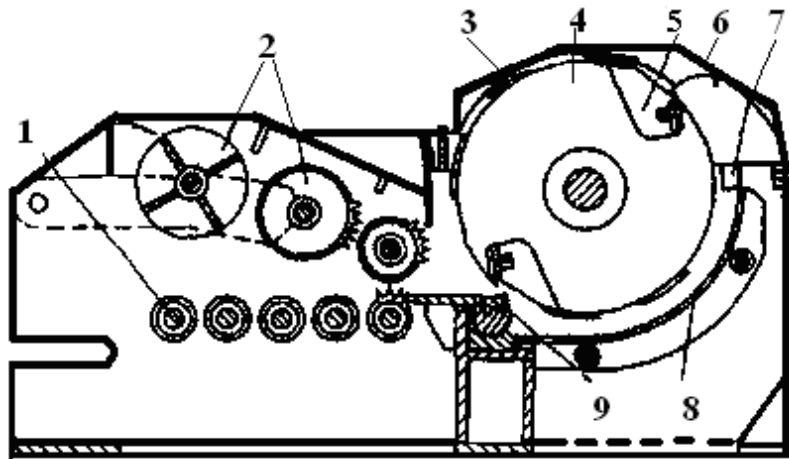


Рисунок 13.9 Барабанная рубительная машина ДО-51:

- 1 – нижние приводные вальцы; 2 – верхние прижимные (приводные) вальцы;
 3 – кожух ножевого (резцового) барабана; 4 – ножевой (резцовый) барабан;
 5 – подножевая впадина; 6 – защитный элемент кожуха; 7 – дополнительный контрнож; 8 – сепарирующая решетка; 9 – нижний (основной) контрнож

Машина включает механизм резания, механизм подачи и приводы к ним. Механизм резания выполнен в виде вращающегося ножевого барабана 4 пазушного типа, установленного в кожухе 3. Под ножевым барабаном размещена сепарирующая решетка 8. В кожухе ножевого барабана установлен нижний контрнож 9, а в конце сепарирующей решетки дополнительный контрнож 7 (траверса), при помощи которого обеспечивается доизмельчение крупных кусков древесины, не прошедших через отверстия решетки 8. Механизм подачи состоит из трех верхних приводных прижимных вальцов 2, установленных на

раме, качающейся на оси поворота, служащей одновременно осью вращения первого вальца. Под прижимными вальцами расположены пять приводных нижних вальцов 1.

Машина функционирует следующим образом. Древесные отходы, подлежащие переработке, подаются к механизму подачи конвейером и продвигаются на нижние подающие вальцы. При дальнейшем их перемещении на слой отходов «выкатываются» верхние вальцы и прижимают древесное сырье к нижнему приводному роликовому конвейеру, обеспечивая тем самым подачу отходов в зону резания. Образующаяся в процессе рубки щепы попадает в подножевые впадины 5 барабана и затем под действием центробежных сил выбрасывается на сепарирующую решетку.

Частицы, не прошедшие через сепарирующую решетку, увлекаются режущими ножами и образующимся воздушным потоком к дополнительному контрножу 7, где происходит их доизмельчение. При повторном измельчении щепы также собирается в подножевой впадине и выбрасывается (за дополнительным контрножом) в защитный элемент кожуха, откуда направляется вниз под машину. Вынос щепы из-под машины производится наклонным транспортером (скребковым или ленточным).

Техническая характеристика барабанных рубительных машин представлена в таблице 13.3.

Барабанные рубительные машины бывают: по виду инструмента – ножевые и резцовые; по форме размещения резцов на рабочем органе – спиральные, винтовые, ступенчатые; по способу загрузки – с принудительной и гравитационной подачей. Удаление щепы в машинах, в подавляющем, большинстве, производится вниз на выносной конвейер или в систему пневмотранспорта.

Машины могут иметь внутри корпуса решетки, при этом они снабжаются двумя контрножами. Это позволяет уменьшить объем крупной фракции в щепе, т.к. происходит доизмельчение крупных частиц, не прошедших через отверстия решетки.

Щепа из барабанных машин используется в древесноплитном производстве, гидролизной промышленности и в качестве топлива.

Таблица 13.3 – Техническая характеристика барабанных рубительных машин

Марка машины	ДУ-2АМ	ЛО-56	МРБ4-ЗОГН	МРБР-15Н	ДО-51
Производительность, м ³ /ч	12	50	30	15	15
Размеры приемного окна, мм	300x300	500x450	900x700	800x750	800x500

Диаметр ножевого (резцового) барабана, мм	600	900	1270	650	800
Число режущих ножей (резцов), шт.	4	6	4	37	8
Частота вращения ножевого барабана, мин.	600	585	368	350	400
Число подающих вальцов, шт.	6	6	7	-	6
Мощность привода ножевого барабана, кВт	55	160	160	75	75
Общая установленная мощность, кВт	82,5	194,5	180	75	88
Габаритные размеры, мм:					
длина	2825	3960	5057	2140	2280
ширина	1700	3700	2716	1180	2200
высота	2260	2000	2626	1370	1470
Масса, кг	4900	12000	17000	4900	5700

Наряду с ножевыми машинами все более широко внедряются в промышленности многорезцовые.

Для измельчения мелких кусковых отходов предпочтительны машины с наклонной загрузкой сырья (МРБ-2, БРБ-Агрокон, ДРН-2).

Основные параметры этих машин приведены в таблицах 13.4, 13.5.

Таблица 13.4 – Основные технические характеристики барабанных машин «Агрокон»

Модель машины	Размеры загруз. окна, мм	Диаметр барабана, мм	Кол-во режущих ножей, шт.	Мощность, кВт		Производительность, м ³ /ч	Масса, кг
				резание	подача		
а) машины с горизонтальной загрузкой древесного сырья:							
БРП 3402К	90x380	350	4 ^x	18,5	1,5	5	1600
БРП 5422К	180x380	500	4 ^x	22-30	2.2	10	1900
БРП 5423К	180x500	350	4	30	2x1,5	12	2100
б) машины с наклонной загрузкой древесного сырья:							
БРП 3401К	90x190	350	4	11	-	1,0	650
БРП 3402К	90x380	350	4 [*]	18,5	-	1,5	850

Примечание: * – Режущие ножи составные, каждый выполнен из двух размером 200x175x15мм. Число оборотов барабанов первой группы машин 620 и минуту, для второй группы - 800 об/мин.

Таблица 13.5 – Технические характеристики ножевых барабанных рубительных машин

Показатель	ДРН-1	ДРН-2	ДШ-3М	ДШ-4
Производительность, пл. м ³ /ч	до 8		до 18	до 30
Диаметр барабана, мм	450		1200	
Частота вращения барабана, мин ⁻¹	960	1400	720	500

Число рубительных ножей, шт.	4	12	18	
Размеры загрузочного окна, мм	390x120	840x200	1070x365	
Мощность привода, кВт	до 30	91	135	
Масса, кг	1150	1300	6600	14900
Габариты, м:				
длина	2,57	2,75	4,47	4,45
ширина	0,9	1,4	2,4	3,1
высота	1,24	1,24	2,3	1,65

Примечание: в машине ДРН-2 удаление щепы верхнее, в остальных нижнее. Скорость подачи отходов в ДШ-3М равна 72 м/мин., а в ДШ-4 – 60 м/мин. Машины ДРН (дробилки) с наклонной подачей сырья.

Производство щепы из отходов раскряжевки осуществляется по технологии, схему которой можно пояснить по рисунку 13.10.

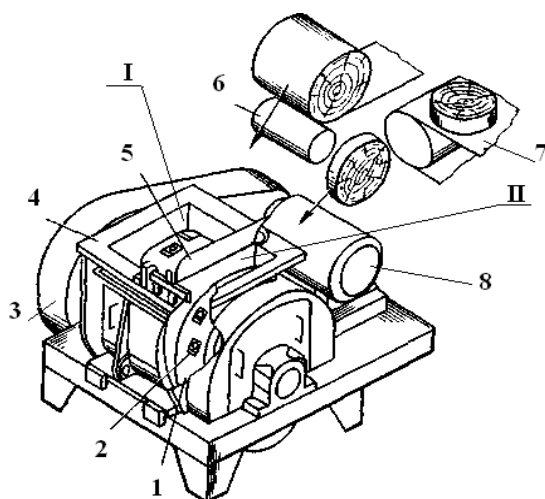


Рисунок 13.10 Технологическая схема производства щепы для плит или гидролиза из отходов раскряжевки

Откомлёвки и оторцовки стволов с помощью ленточных конвейеров 6 и 7 от раскряжевочной установки подаются к барабанной рубительной машине МРБ-04. Рабочим органом рубительной машины является полый фрезерный барабан 1, на поверхности которого закреплено 37 резцов 2 с полукруглым лезвием шириной 22 мм. Толщина щепы составляет 5 мм и регулируется выпуском ножей над поверхностью барабана диаметром 950 мм.

Машина имеет загрузочный патрон 4 шахтного типа, разделенный на камеры перегородкой 5. В камеру I загружают откомлевки, в камеру II – оторцовки. Загрузку ведут одновременно с двух конвейеров, размещенных под прямым углом. Привод барабана осуществляется электродвигателем 5 через клиноременную передачу 3. Частота вращения барабана 370 мин.⁻¹. Щепа, срезаемая резцами, через подножевые щели проходит внутрь барабана, далее по неподвижному лотку она ссыпается через открытый торец барабана на приставной конвейер. Наибольший диаметр перерабатываемых откомлевок 800 мм, длина 750 мм. Производительность машины 15 пл. м³/ч.

Для измельчения отходов фанерного и спичечного производств используются машины ДШ-3М и ДШ-4, а также машины ДРН-1 и ДРН-2, разработанные АОЗТ «ЦНИИФ». По конструкции машины аналогичны вышерассмотренным. В машинах ДРН рубительные ножи размером 415 x 125 x 14 мм уста-

новлены на барабане под углом 5° к образующей, а на машинах ДШ ножи размером $375 \times 230 \times 20$ мм размещены параллельно образующей барабана и имеют угол заточки 40° , марка стали ножей – 6ХС.

Широкое применение на предприятиях лесного комплекса для измельчения отходов лесозаготовок и отходов лесопильного производства имеют много-резцовые барабанные рубительные машины с горизонтальной принудительной загрузкой сырья (УРМ-5, УРМ-10, ДО-51, БРП, ДРН-1). Основные параметры этих машин приведены в таблице 13.6.

Таблица 13.6 – Технические характеристики многорезцовых барабанных рубительных машин

Показатель	МРБ-2	УРМ-5	УРМ-10	ДО-51	МРБР-8
Производительность, пл. м ³ /ч	2	5	10	15	15
Размеры загрузочного окна, мм	350x230	200x350	700x300	800x500	750x800
Диаметр барабана, мм	450	600	800	800	950
Частота вращения барабана, мин. ⁻¹	1470	550	800	400	350
Число резцов, шт.	8	4*	8	8	37
Мощность привода, кВт	22	52	86,5	88	75
Масса, кг	1100	3600	6245	5700	4900

Примечание: * – нож состоит из двух с длиной режущей кромки каждого 200 мм.

Рубительная машина **УРМ-10** состоит из многорезцового механизма резания, механизма подачи, ленточного конвейера. Механизм резания представляет собой барабан, состоящий из пустотелых дисков с режущими элементами и подножевыми карманами. Резцы на поверхности барабана сдвинуты друг относительно друга на 45° , что позволяет значительно уменьшить мощность привода и стабилизировать динамику процесса резания. Нижнюю часть барабана охватывает калибровочная решетка, примыкающая с одной стороны к основному контрножу, а с другой к дополнительному.

Механизм принудительной подачи вальцевого типа и состоит из ряда нижних приводных вальцов и верхнего качающегося блока вальцов, причем все вальцы приводные. Принцип работы машины следующий. Отходы и низкокачественная древесина закладываются на ленточный конвейер и подаются к вальцам механизма подачи, захватывающим и перемещающим их в зону резания. Полученная щепка из подножевых карманов выбрасывается на решетку, где мелкая и кондиционная фракция просыпаются, а крупная задерживается на решетке и продвигается к дополнительному контрножу на доизмельчение. Угол среза частиц щепы – $34 \dots 56^\circ$, толщина щепы $10 \dots 18$ мм, длина щепы $10 \dots 45$ мм. Выход щепы нормальной фракции $36 \dots 38\%$ для хвойных пород и $56 \dots 60\%$ для лиственных.

Машина **МРБР8-50ГН** предназначена для измельчения отходов раскряжевки (отторцовки, обрезки, откомлевки). Отходы в машину загружаются по наклонному лотку (гравитационная подача). Резание древесины поперечно-торцовое.

В технологии процесса переработки отходов предусматривается установка металлоискателя **ЭМИ-64П** для выявления металлических включений с последующим их удалением.

В современных барабанных рубительных машинах подача древесного сырья производится в направлении, перпендикулярном оси вращения рабочего органа. Вследствие циклического изменения угла встречи режущей кромки ножа с волокнами древесины в процессе подачи и резания, щепа, вырабатываемая на этих машинах, неоднородна как по составу, так и по размерам. Поэтому такие машины на предприятиях, где требуется высокое качество щепы, не применяют.

13.4 Передвижные рубительные машины

Основным оборудованием для производства щепы на лесосеке является передвижная рубительная машина.

Для измельчения лесосечных отходов могут быть использованы передвижные рубительные машины **МРГС-5** на базе трактора **ТДТ-55А**, **УРП-1** с приводом от трактора **Т-150К** (Гатчинского завода) и **ПРУ-1** (Житомирского завода) с приводом от трактора **МТЗ-82**.

Прицепная рубильная машина **ПРУ-1** дискового типа с диаметром диска 1000 мм, числом режущих ножей 4. Частота вращения ножевого диска 800 мин^{-1} , размеры загрузочного патрона 200 x 180 мм. Размеры измельчаемой древесины: диаметр не более 140 мм при длине не более 2,2 м, подачи сырья – 34 м/мин., машина имеет производительность $2 \text{ м}^3/\text{ч}$, загрузка древесного сырья в машину ручная. Щепа удаляется через щепопровод в кузов автомобиля, высота выброса 3,7 м. Масса машины с прицепом 2800 кг. Вращение ножевого диска производится карданным валом от трактора через клиноременную передачу (тип ремня – В-1800, количество – 7). Вал ножевого диска опирается на два сферических роликоподшипника, сам диск расположен консольно и крепится к ступице вала с помощью 6 болтов. Режущий нож имеет размер 300x115x18 мм, угол заточки $32^\circ + 2^\circ$, Машина **ПРУ-1** может измельчать отходы и на нижнем складе.

Машина **МРГС-5** расположена на тракторе, имеет комбинированный рабочий орган в виде сочетания диска и барабана.

Ширина барабанной части – 270 мм, диаметр диска – 1000 мм. К барабанной части примыкает загрузочный патрон с вальцевым механизмом подачи, сечение патрона 180x250 мм. В этот патрон подаются кусковые отходы древе-

сины. К диску примыкает патрон сечением 220x250 мм, в него загружается стволовая древесина. Число режущих ножей по 4 шт. на диске и барабане. Частота вращения рабочего органа – 550 мин.⁻¹. Дальность выброса щепы – 6 м.

Привод механизма подачи осуществляется от главного вала рубильной машины при помощи цепной передачи. Он снабжен муфтой предельного момента и реверсом. Производительность машины при расчетной длине щепы 25 мм составляет 11,4 м³/ч (стволовая древесина); при загрузке в два патрона 2,2-53,0 м³/ч. Загрузка сырья ручная, обслуживают машину 3 рабочих. Масса машины без трактора – 2,7 т.

Прицепная дисковая рубильная машина **УРП-1** (рисунок 13.11) предназначена для измельчения на щепу тонкомерных деревьев от рубок ухода.

Установка состоит из трактора Т-150К с гидроманипулятором типа ПЛ-02, наклонной дисковой рубильной машины (54°), размещенной на одноосном прицепе. Диск машины имеет диаметр 1200 мм, число режущих ножей – 2 шт., частота вращения 1000 мин.⁻¹.

Механизм подачи – снизу 4-х цепной конвейер, сверху подающий приводной валец. Привод механизма подачи гидравлический. Крутящий момент на ножевой диск передается от трактора карданным валом через угловой редуктор. Производительность машины до 12 м³/ч.

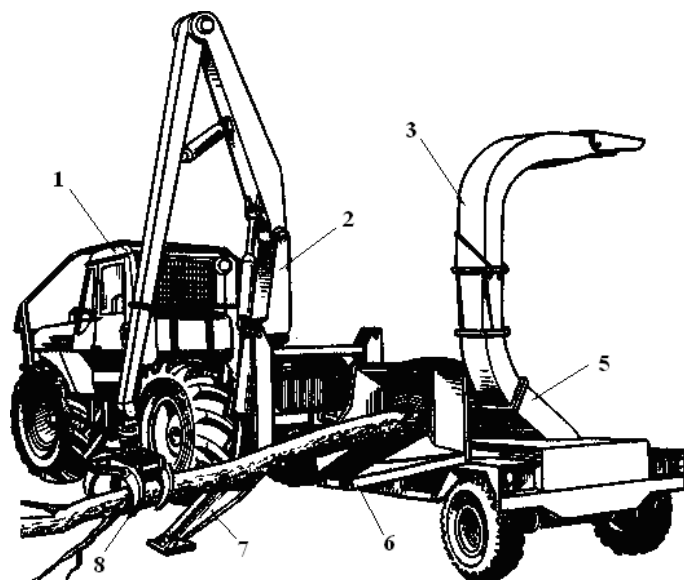


Рисунок 13.11 Передвижная рубильная установка УРП-1:

- 1 – базовый трактор Т-150К;
- 2 – гидроманипулятор;
- 3 – отводящий трубопровод;
- 4 – механизм подачи;
- 5 – ножевой диск;
- 6 – прицепная платформа;
- 7 – аутригеры;
- 8 – грейферный захват

В рассмотренных типах передвижных рубильных машинах ограничены размеры загрузочного патрона по силовым возможностям трактора. Незначительные по величине размеры загрузочного патрона вызывают ряд технологических трудностей при загрузке лесосечных отходов, в особенности при подаче отходов пучками манипулятором.

С целью увеличения размеров загрузочного патрона машины рабочий орган выполняют многолезцовым (применен, полузакрытый вид резания), что позволяет существенно изменить размеры окна при существующих силовых возможностях тракторов. Так, разработан агрегат МРПГ-3 (рисунок 13.12) для сбора и измельчения лесосечных отходов, который может быть выполнен на базе гусеничного трактора ТДТ-55Д (самоходная машина) или на одноосном колесном прицепе с приводом от трактора типа МТЗ или ДТ-75 (прицепная машина).

Сбор отходов (подтрелёвка) производится с помощью троса в радиусе до 50 м.

В качестве режущего инструмента используются резцы размером 132x120x15 мм, которые расположены на барабане ступенчато (угол заточки 32°). Длина щепы устанавливается величиной выступа резцов.

Механизм подачи состоит из 5-и цепного конвейера и прижимного приводного верхнего вальца. На ведомом валу конвейера установлен барабан с канатом. В корпусе машины размещены два контрножа, а также предусмотрена решетка (ячейки диаметром 50 мм).

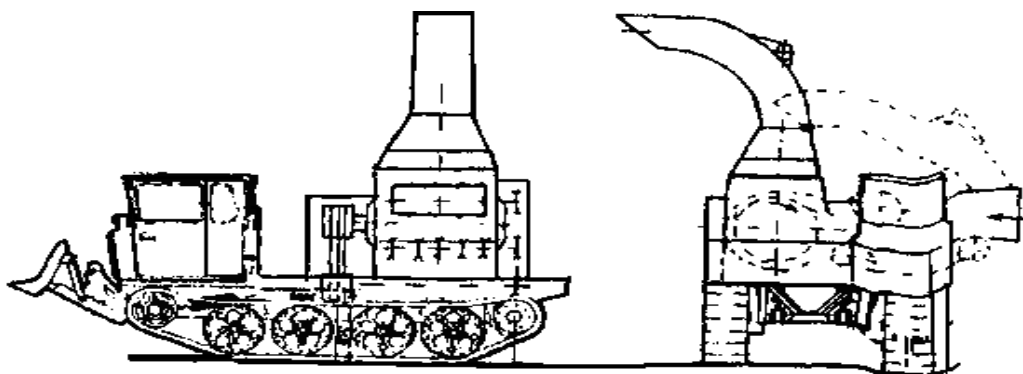


Рисунок 13.12 Самоходная рубильная машина МРПГ-3 барабанного типа на базе трактора ТДТ-55А

Технология работы агрегата **МРПГ-3** заключается в следующем: агрегат на лесосеке размещается вблизи собранных отходов, которые для удобства погрузки щепы в автощеповоз ЛТ-7 или ТМ-12, размещены возле лесовозной дороги. Загрузка отходов производится вручную.

Подтрелёвка отходов к агрегату осуществляется лебедкой.

Размотка каната производится включением конвейера подачи «назад».

Канат диаметром 8-10 мм вручную доставляется к отходам, которые чокаются и включением конвейера «вперед» – трелюются.

У агрегата канат отцепляют и фиксируют на барабане, а отходы загружа-

ют в рубильную машину.

Щепа с помощью вентилятора удаляется в щеповоз.

Техническая характеристика агрегата МПРГ-3:

- размеры загрузочного патрона, мм (ширина x высота).....500x350
- рабочий орган.....многолезцовый барабан
- диаметр барабана, мм.....800
- частота вращения барабана, мин.⁻¹500
- количество резцов на барабанае, шт.....8
- скорость подачи сырья, м. /мин.....30
- производительность, пл. м³/ч3
- выполняемые операции:.....измельчение, подтрелевка
- масса машины без трактора, кг.....3000

Агрегат **МПРГ-3** (самоходная машина) самостоятельно перемещается по лесосеке и измельчает отходы, разбрасывая их по делянке. В период распутицы, а также в зимний сезон, щепа может укладываться в колею лесовозной дороги. Это позволяет повысить проходимость дорог. Агрегат **МПРГ-3** в прицепном варианте не связан с силовой базой постоянно, и это позволяет использовать трактор на других работах.

Вариант разработанной ЦНИИМЭ, НИИЦмашем и ОАО «Петрозаводск-маш» рубительной машины **МРГС-5** показан на рисунке 13.13. Рубительная машина МРГС-5 предназначена для измельчения отходов лесозаготовок и рубок ухода в свежесрубленном состоянии в технологическую щепу для производства древесностружечных и древесноволокнистых плит на предприятиях лесного комплекса.

На технологический процесс производства щепы в условиях лесосеки воздействуют различные факторы: объем, породный состав, концентрация сырья на одной лесосеке.

Количество обломков тонкомерной древесины и крупных сучьев составляет в среднем 8-12 пл. м³/га. В зависимости от насаждений этот показатель может изменяться в большую или меньшую сторону.

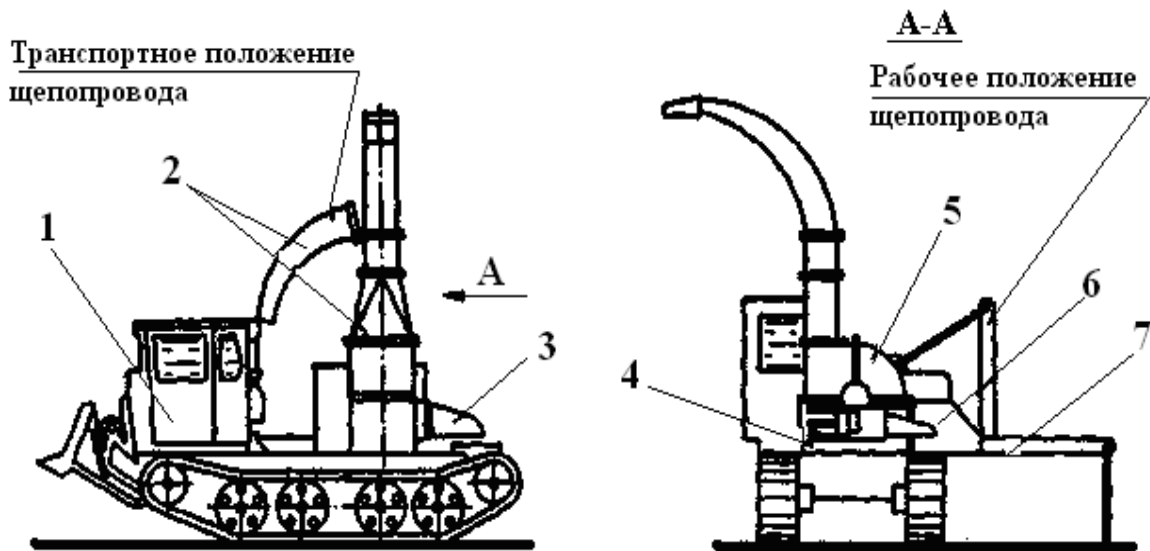


Рисунок 13.13 Специальная рубительная машина МРГС-5:

1 – трактор ТДТ-55А; 2 – щепопровод; 3 – лоток; 4 – рама; 5 – кожух; 6 – механизм подачи; 7 – транспортер загрузки сырья

Техническая характеристика рубительной машины МРГС-5

Объемная производительность, $\text{м}^3/\text{ч}$ (не менее):

– при рубке с одновременной загрузкой в два патрона и

коэффициенте полндревесности, равном 1 5

– при рубке ветвей, сучьев и вершин в дополнительном патроне 1,5-2

Параметры (расчетные) вырабатываемой щепы, мм:

длина 20

..... толщина 3

Ножевой диск:

диаметр, мм 1000

количество ножей:

на торцовой поверхности 4

на ободе 4

Размеры проходного сечения загрузочного патрона, мм:

основного 250x220

дополнительного 250x180

При лесозаготовках, выполняемых в условиях небольших лесосек, окупенное древесное сырье целесообразнее вывезти и измельчить на нижнем складе. Доставка тяжелой рубительной машины на лесосеку с малой концентрацией сырья может оказаться экономически невыгодной.

Основным препятствием для переработки сучьев в щепу является их низкая полндревесность и неэффективное использование транспортных средств на вывозке из леса.

Ведется работа по созданию машины, которая связывает сучья, тонкомерные стволы и древесно-кустарниковую растительность в плотную непрерывную фашину, нарезаемую пучками длиной 6 м. Такие плотные пучки удобны не только для перевозки, но и для лесоскладских операций при переработке.

Возможны три варианта технологии получения щепы в условиях лесосеки:

1) валка, пакетирование, подвозка к рубительной машине, расположенной у дороги, измельчение, погрузка в щеповоз и доставка потребителю;

2) валка, пакетирование, измельчение передвижной рубительной машиной, подвозка щепы к дороге, погрузка в щеповоз, доставка потребителю;

3) валка с одновременным измельчением в щепу, подвозка щепы к дороге, погрузка в щеповоз и доставка потребителю.

Технологическая схема производства на лесосеке щепы для целлюлозно-бумажной промышленности. Рассматриваемый вариант (рисунок 13.14, а) включает следующие операции: валку деревьев и раскряжевку их на отрезки, перемещение отрезков к сучкорезно-окорочной машине форвардером, очистку их от сучьев и коры, переработку передвижной рубительной машиной и вывозку щепы на целлюлозно-бумажное предприятие

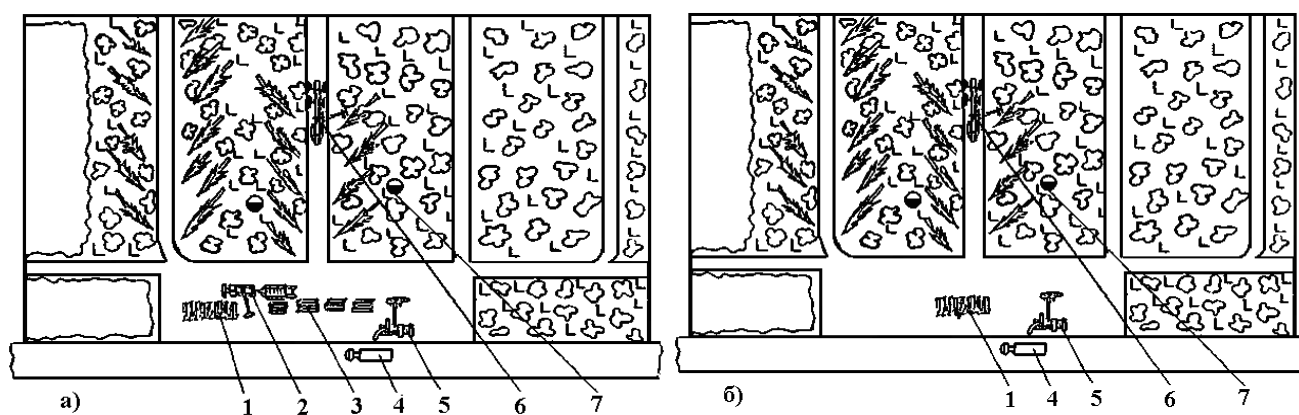


Рисунок 13.14 Схемы технологических процессов производства щепы на лесосеке:

- а – для целлюлозно-бумажных производств; б – для плитного производства;
 1 – отрезки деревьев; 2 – сучкорезно-окорочная машина; 3 – окоренное сырье;
 4 – щеповоз; 5 – рубительная машина; 6 – форвардер с ЗРУ; 7 – вальщик

Технологическая схема производства на лесосеке щепы для плитных производств на рубках главного пользования:

В этом случае (рисунок 13.14, б) деревья валят вальщики с бензиномоторными пилами, трелюют трелевочными тракторами типа ТДТ-55М, ТБ-1М и др. с сортировкой по диаметрам: крупномерные деревья – к сучкорезной машине, тонкомерные – к передвижной рубительной машине (ПРМ).

Передвижная рубительная машина продвигается вдоль штабеля тонкомерного древесного сырья. При этом с помощью гидроманипулятора она захватывает тонкомерные деревья за вершинную часть и направляет их в рубительный орган для измельчения.

Вырабатываемая щепа загружается в сменные металлические контейнеры, которыми комплектуются вывозящие щепу автощеповозы, или в кузова автопоездов.

Технологическая схема производства на лесосеке щепы для плитных производств на рубках промежуточного пользования: этот вариант предусматривает валку и раскряжевку деревьев на отрезки с помощью бензиномоторной пилы, подвозку форвардером отрезков деревьев с сучьями к передвижной рубительной машине, измельчение их рубительной машиной с получением щепы для плитных производств, ее загрузку в кузов автомобиля-щеповоза (или съемный контейнер автопоезда) и вывозку щепы потребителю.

В настоящее время предложено усовершенствование второго варианта технологического процесса за счет оснащения манипулятора форвардера захватно-режущим устройством. С его помощью поваленные деревья перерезаются на отрезки, которые с сучьями грузят на платформу форвардера (рисунок 13.14, б).

По всем вариантам технологических процессов для полносменной загрузки передвижной рубительной машины на мастерском участке создается запас сырья на 5-7 смен работы машины.

Передвижная рубительная машина поочередно перерабатывает тонкомерное древесное сырье на разных мастерских участках, при этом она работает в течение смены с полной загрузкой.

14 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как подразделяется сырьё, которое получает лесозаготовительная промышленность в составе отводимого лесосечного фонда?
2. Как подразделяются (классифицируются) древесные отходы?
3. Как древесные отходы являются отходами от заготовки древесины?
4. Назовите направления использования отходов лесозаготовок и пнево-корневой древесины.
5. Назовите методы для определения ресурсов дополнительного сырья?
6. Какие методы применяются для определения ресурсов дополнительного сырья при лесопилении и деревообработке?
7. Уточните понятия «безотходная технология» и «безотходное производство». Применимо понятие «безотходная технология» к лесозаготовительным и лесопильно-деревообрабатывающим производствам?
8. Назовите способы раскроя пиловочного сырья.
9. Что такое постав?
10. Назовите виды дополнительного сырья в лесопильном цехе.
11. Перечислите дополнительное сырьё, пригодное для переработки в технологическую щепу.
12. Назовите назначение (направления) использования технологической щепы.
13. Какими показателями оценивается качество технологической щепы?
14. Какими документами регламентируется качество щепы?
15. Назовите марки дисковых рубительных машин.
16. Для переработки какого сырья предназначены рубительные машины с наклонной подачей? С горизонтальной? Почему?
17. Каким образом способ удаления щепы из рубительной машины влияет на ее качество, и конструкцию самой рубительной машины?
18. Назовите недостатки применения ножевых рубительных машин.
19. Назовите классификационные признаки многолезцовых рубительных машин.
20. Поясните особенности конструкции ножевого диска: количество режущих ножей, их крепление и размещение.
21. Перечислите основные требования техники безопасности при эксплуатации рубительных машин.
22. Назовите классификационные признаки барабанных рубительных машин.
23. Какое сырьё используют для измельчения в барабанных рубительных машинах.
24. Для каких производств используется щепа из барабанных рубитель-

ных машин.

25. Назовите марки машин для измельчения отходов фанерного и спичечного производств? Поясните конструкцию и принцип работы этих машин.

26. Назовите преимущества и недостатки барабанных рубительных машин по сравнению с дисковыми.

27. Назовите марки передвижных рубительных машин и установок.

28. Назовите основные узлы передвижной рубительной машины.

29. Поясните технологическую схему производства на лесосеке щепы для плитных производств на рубках главного пользования (рубках ухода).

30. Перечислите факторы, воздействующие на технологический процесс производства щепы в условиях лесосеки.

15. ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ В ТЕСТОВОЙ ФОРМЕ

Указать номер правильного ответа

1. В наибольшей степени поражена гнилью древесина

1. сосны 2. ели 3. березы 4. осины

Указать номер правильного ответа

2. В бревнах с повышенной сбежистостью отходы древесины в горбыль

1. уменьшаются 2. увеличиваются 3. остаются без изменений

Указать номер правильного ответа

3. Зависимость для определения ресурсов дополнительного сырья $V = V_{\text{пр}} + Q_{\text{о+п}}$ характеризует метод

1. нормативный 3. нормативно-балансовый
2. балансовый 4. статистический

Указать номер правильного ответа

4. Для определения ресурсов дополнительного сырья по зависимости $Q = V \cdot N / 100$ применяют метод

1. нормативный 3. нормативно-балансовый
2. балансовый 4. статистический

Указать номер правильного ответа

5. В рубительных машинах с плоским диском с горизонтальной подачей длина щепы будет определяться

1. $l_{\text{щ}} = t / \cos \alpha_x$ 2. $l_{\text{щ}} = t / \cos \alpha_y$ 3. $l_{\text{щ}} = t / \cos(\alpha_x - \gamma_i)$

Указать номер правильного ответа

6. В рубительной машине с геликоидальным диском длина щепы определяется

1. $l_{\text{щ}} = t / \cos(\alpha_x + \gamma_i)$ 3. $l_{\text{щ}} = t / \cos \alpha_x \cos \alpha_y$
2. $l_{\text{щ}} = t / \cos(\alpha_x - \gamma_i)$ 4. $l_{\text{щ}} = t / \cos \alpha_x$

Указать номер правильного ответа

7. С уменьшением скорости резания толщина щепы будет

1. увеличиваться 2. уменьшаться 3. оставаться постоянной

Указать номер правильного ответа

8. Для свободно отсыпанной щепы коэффициент уплотнения равен
 1. 0,5 2. 1,0 3. 1,15 4. 1,5

Указать номер правильного ответа

9. Количество низкокачественной древесины, поступающей на нижний склад, зависит от
 1. лесозаготовительной техники 3. состояния лесосырьевой базы
 2. технологии заготовки 4. сезона заготовки

Указать номер правильного ответа

10. Для измельчения длинных лесоматериалов на технологическую щепу рекомендуется применять машины
 1. с наклонным патроном 2. с горизонтальным патроном

Указать номера всех правильных ответов

11. Количество отходов лесопиления зависит от
 1. объема распиловки 3. технологии распиловки
 2. диаметра сырья 4. технологии заготовки

Указать номера всех правильных ответов

12. Количество досок в поставе определяет величину отходов древесины в
 1. рейки 2. вершинки 3. опилки 4. откомлевки

Указать номера всех правильных ответов

13. По назначению различают щепу
 1) топливную 4) хвойную 7) мелкую
 2) кондиционную 5) крупную 8) лиственную
 3) зеленую 6) технологическую 9) смешанную

Указать номер наиболее правильного ответа

14. Толщина частиц щепы зависит от
 1. кинематики резания
 2. кинематики резания и физико-механических свойств древесины

Указать номера всех правильных ответов

15. Примесями в технологической щепе, регламентируемыми ГОСТ, являются
 1) зола 3) гниль 5) опилки
 2) кора 4) уголь 6) минеральные примеси

Установить соответствие

16. Вид работы : Отходы:
 1. Лесосечные работы А: горбыли Г: сучья
 2. Раскряжевка Б: рейки Д: откомлевки
 3. Лесопиление В: вершинки Е: козырьки

Ответ: 1 _____, 2 _____, 3 _____.

Установить правильную последовательность

17. Расположите объемы дополнительного сырья от большего к меньшему
 1. Экономически доступные
 2. Потенциальные
 3. Технически возможные

4. Реальные Ответ _____.

Установить правильную последовательность

18. Технологический процесс переработки дополнительного сырья на щепу включает

- | | |
|--------------------------------------|---------------------------|
| 1. отгрузка готовой продукции | 5. анализ качества и учет |
| 2. измельчение | 6. доизмельчение |
| 3. удаление металлических предметов | 7. отбор сырья |
| 4. внутризаводское транспортирование | 8. сортировка щепы |

Ответ _____

Указать номер правильного ответа

19. Качество кромок и угол среза учитывают при производстве щепы

- 1) для всех производств
- 2) для целлюлозного производства и древесностружечных плит
- 3) для древесноплитного производства и гидролиза

Указать номера всех правильных ответов

20. Качество технологической щепы определяется

- | | |
|------------------------------|-------------------------|
| 1. содержанием примесей | 4. объемом переработки |
| 2. применяемым оборудованием | 5. фракционным составом |
| 3. геометрическими размерами | 6. породой древесины |

Указать номера всех правильных ответов

21. А. Основными параметрами рубительных машин с геликоидальным диском являются

- | | |
|--|--------------------------------------|
| 1. выступ режущих кромок | 4. угол затягивания |
| 2. отношение скоростей $\frac{V_n}{V_0}$ | 5. направление выброса щепы |
| 3. отношение скоростей $\frac{V_o}{V_n}$ | 6. количество загрузочных патронов |
| | 7. углы наклона загрузочного патрона |
| | 8. шаг входа ножей в древесину |

Б. Параметры рассчитываются для обеспечения

- | | |
|--|-------------------|
| 9. производительности рубительной машины | 10. размеров щепы |
|--|-------------------|

Ответ: А _____, Б _____.

Установить соответствие

22. Назначение щепы	Длина частиц, мм	Толщина частиц, мм
1. для выработки целлюлозы	А. до 100	I. 5
2. для древесностружечных плит	Б. 10-60	II. 10
3. для древесноволокнистых плит	В. 10-35	III. 20
4. для гидролизного производства	Г. 15-25	IV. 30
5. для котельных установок	Д. 5-35	

Ответ: 1 _____, 2 _____, 3 _____, 4 _____, 5 _____.

Установить соответствие

23. Марка машины	Рабочий орган	Мобильность
1. МРГП-3	А. Диск	I. Передвижная
2. ДУ-2А	Б. Барабан	II. Стационарная
3. УРП-1		
4. МРН-30		
5. ДО-52		

Ответ: 1 _____, 2 _____, 3 _____, 4 _____, 5 _____.

Дописать ответ

24. Рассеивание размеров частиц щепы принято характеризовать _____ составом.

16 ГЛОССАРИЙ

(определение ключевых понятий)

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.

Длинномерный сортимент – Круглый деловой сортимент длиной свыше 6,5 м.

Длина щепы – это ее размер по направлению волокон.

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 недревесневшие побеги, используемые для производства лесохимических продуктов.

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

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.

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 – это 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 лесопродукции.

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 – это 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.

Откомлевка – 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.

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

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. *Примечание.* Отходами лесозаготовок являются ветви, сучья, вершины, корни, пни, откомлевки, козырьки, опилки, кора и древесная зелень.

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

Пиловочник – Круглый сортимент, предназначенный для выработки пиломатериалов.

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

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.

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

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

Переработка древесины отходов – Комплекс операций с целью рационального использования отходов лесозаготовок, лесопиления и деревообработки.

Пневмопогрузчик щепы – Пневматическая установка для погрузки щепы в транспортные средства.

Пневмощепотранспортер – Установка для перемещения щепы сжатым воздухом по трубопроводам.

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 раскряга 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.

Раскряжевка 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 щеп – Древесное сырье 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 щеп – Щеп, предназначенная для использования в качестве топлива.

Фанерный кряж – Кряж для выработки лущеного или строганного шпона.

Хвойно-витаминная мука – Продукт, получаемый путем измельчения хвои.

Ширина постова – расстояние между наружными пластинами крайних досок.

Ширина щепы определяется в направлении, перпендикулярном направлению волокон.

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

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

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

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

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

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 учётом условий производства, технологических процессов, потребления, транспорта, наличия сырьевых ресурсов и т. д., является очередной технико-экономической проблемой, подлежащей дальнейшему научному исследованию.

Более полное использование биомассы дерева, низкокачественной древесины и различных древесных отходов являются основной целью комплексного использования древесины. С помощью этого сохранится значительное количество растущего леса как источника сырья и части окружающей среды.

Использование отходов в качестве вторичного сырья на всех стадиях заготовки и переработки следует рассматривать как часть большой и важной научно-технической проблемы предприятий лесного комплекса.

Развитие структуры лесопотребления и форм организации лесной промышленности при дальнейшем росте объёмов лесозаготовок и потребления древесины на данном этапе должно осуществляться путём полного перехода на интенсивные формы хозяйствования при комплексном использовании древесного сырья.

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 зелёных кормов и сельскохозяйственных удобрений;
- в производстве специального гумуса для парниковых хозяйств и выращивания грибов

Вторичное использование отходов лесозаготовки, деревообработки и лесопиления создаёт 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: монография / Л. А. Занегин, И.В. Воскобойников, В.А. Кондратюк, В.М. Щелоков. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2008.- Т.1 - 428 с.
2. Биомасса древесины и биоэнергетика: монография / Л. А. Занегин, И.В. Воскобойников, В.А. Кондратюк, В.М. Щелоков. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2008.- Т.2 - 456 с.
3. Техника и технология производства щепы в леспромхозе / С. Б. Васильев, В. И. Пятакин., И. Р. Шегельман. – Петрозаводск, ПетрГУ, 2001.– 100 с.
4. Гомонай М. В. Технология переработки древесины: Учебно-справочное пособие / М. В. Гомонай. – М.: МГУЛ, 2001. – 232 с.
5. Залегаллер Б. Г. Технология и оборудование лесных складов работ: Учебник для вузов — 3-е изд., испр., доп. / Б. Г. Залегаллер – М.: Лесная промышленность, 1984. – 352 с.
6. Комплексное использование древесины / В. А. Кацадзе, В. Н. Досмаев, Е. М. Цатурян и другие.– СПб.: ЛТА, 1992.–28 с.
7. Коробов В. В. Переработка низкокачественного сырья (проблемы безотходной технологии) / В. В.Коробов, Н. П. Рушнов. – М.: Экология, 1991. – 288 с.
8. Никишов В. Д. Комплексное использование древесины: Учебник для вузов / В. Д. Никишов. – М.: Лесн. Пром-сть, 1985 – 264 с.
9. Технология и проектирование лесных складов: Учебное пособие для вузов / А. К. Редькин, В. Д. Никишов, А. К. Суханов, А. А. Шадрин. – М.: «Экология», 1991. – 288 с.
10. Справочник по лесопилению / Богданов Е. С., Боровиков А. Н. и другие. Под редакцией С.М. Хасдана. – М.: Лесная промышленность, 1980. – 424 с.
11. Шадрин А. А. Комбинированные лесообрабатывающие цехи лесозаготовительных предприятий: монография / А. А. Шадрин. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2006.- 106 с.
12. Ясинский В.С. Рациональное и комплексное использование отходов лесопильно-деревообрабатывающих производств / В.С. Ясинский. – Л.:ЛТА, 1990.-44 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1 – Классификация древесных отходов

Группы и виды отходов	Направления использования					
	Целлюлозно-бумажное производство	Древесные плиты	Гидролиз и лесохимия	Кормовые продукты	Топливо	Прочие
I. Кусковые отходы						
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	-	-	+	-	+	-
II. Мягкие отходы						
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.

**Приложение 2 – Таксационные показатели хлыстов круглых
лесоматериалов**

Таблица 2.1 – 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 2.2 – Объемы хлыстов, м³, 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 2.3 – Объемы хлыстов (м³) 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 2. 5 – 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 2.6 – 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 2.7. – 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 2.8 – Разряды высот **осиновых** древостоев Европейского Севера

Ступень 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 3 – Таксационные показатели круглых лесоматериалов

Таблица 3.1 – 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 3.2– ГОСТ 9463-88 Лесоматериалы круглые хвойных пород

Назначение лесоматериалов	Порода древесины	Толщина, см	Длина, м	Градация по длине, м
Лесоматериалы для распиловки и строгания				
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	Сосна, ель, пихта, лиственница	14 и более	4,0 - 8,0	0,3
в) северной сортировки, поставляемых на экспорт	Сосна, ель, пихта, лиственница	14 и более	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
Лесоматериалы для выработки целлюлозы и древесной массы (балансы)				
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	Ель, пихта	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 3.3 – Объем круглых лесоматериалов, м³, 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 4 – Физические свойства древесины и коры

Таблица 4.1 – Плотность древесины

Порода	Плотность древесины, т/м ³			
	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 4.2 – Плотность коры, кг/м³

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 4.3 – 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 4.4. – Масса, кг, плотного кубического метра древесины

Порода	Влажность, %													
	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Береза:														
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
Ель	440	450	460	470	490	520	560	600	640	670	710	750	790	820
Лиственница	660	670	690	700	710	770	820	880	930	990	1040	1100	1150	1210
Осина	490	500	510	530	540	580	620	660	710	750	790	830	870	910
Пихта:														
белая	420	430	440	450	460	500	540	570	610	640	680	710	750	790
белокожая	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
Сосна:														
кедровая корейская 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 4.5 – Объем заболони в круглых лесоматериалах

Ширина слоя заболони, мм	Объем заболони, %, при диаметре сортимента, см												
	10	13	15	18	20	23	25	28	31	33	36	38	41
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	5164	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 стремится 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 4.6 – 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 обозостроения	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 5 – Склады круглого леса

Размеры штабелей должны быть длиной не более 200 м и высотой до 14 м.

Расстояние между штабелями не нормируется.

Площадь группы штабелей должна быть не более 2 га.

Разрывы между группами штабелей должны быть не менее 15 м.

Балансовая древесина может храниться в подгруппах штабелей (2-3 штабеля).

Разрывы между ними принимаются не менее 5 м.

Кварталы площадью не более 4 га каждый разделяются противопожарными разрывами не менее 25 м.

Таблица 5.1 – Коэффициенты полнодревесности штабелей

Тип штабеля или способ укладки	Вид и размеры лесоматериалов	Коэф-нт полнодр. Δ
Клеточный, с укладкой пачек вразнокомелицу	Деревья	0,33
	Хлысты	0,35
Пачковый, с укладкой пачек вразнокомелицу	Деревья	0,30
	Хлысты	0,32
Россыпью, комлями в одну сторону	Деревья	0,23
	Хлысты	0,23
Плотный штабель неокоренных бревен диаметром	До16 см при длине бревна 6,5 м	0,55
	До16 см при длине бревна 4,0 м	0,56
	18-28 см при длине бревна 6,5 м	0,66
	18-28 см при длине бревна 4,0 м	0,67
	30-40 см при длине бревна 6,5 м	0,72
	30-40 см при длине бревна 4,0 м	0,74
Пачковый штабель неокоренных бревен	До16 см при длине бревна 6,5 м	0,50
	До16 см при длине бревна 4,0 м	0,51
	18-28 см при длине бревна 6,5 м	0,61
	18-28 см при длине бревна 4,0 м	0,63
	30-40 см при длине бревна 6,5 м	0,65
	30-40 см при длине бревна 4,0 м	0,67
Плотный штабель короткомерных сорти- ментов	Окоренные балансы да. 1-1,25 м	0,78
	Окоренная рудстойка	0,74
	Деловые кряжи длиной 1-2 м	0,68
	Дрова длиной 1 м	0,70
Пачковый штабель пиломатериалов	Шпалы	0,74-0,93
	Доски	0,80
	Тарные дощечки	0,6-0,7
	Горбыли и рейки	0,5-0,6
Кучи измельченного древесного сырья	Технологическая щепка	0,36
	Кусковые отходы	0,45
	Опилки	0,28
	Сучья и вершины	0,30

Приложение 6 – Характеристика пиловочного сырья

Сырьем для выработки продукции лесопильного производства служат пиловочные бревна.

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 таблице 6.1.

Таблица 6.1 – 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 6.2. – 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

Приложение 7 – Выход готовой продукции и количество отходов при переработке леса

Таблица 7.1 – Выход готовой продукции и количество отходов при переработке леса

Наименование сырья	Вид обработки	Готовая продукция		Отходы	
		наименование продукции	выход. %	наименование отходов	количество, %
Древья	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 Отходы	14
		Технологическая щепка	17,8	(отсев щепы) Усушка и распыл Кора	2 6 8*
Бревна пиловочные лиственных пород	Выпиловка необрезных пиломатериалов	Пилопродукция	64,0	Кусковые отходы Опилки Усушка и распыл Кора	20 9 7 9*
Бревна пиловочные хвойных и лиственных пород	Выпиловка обрезных пиломатериалов с одновременным измельчением части бревна в щепу	Пиломатериалы	47-55	Опилки Отходы	7-12
		Технологическая щепка	30-35	(отсев щепы) Усушка и распыл Кора	1 – 2 8* 5 – 6
Шпальный кряжи	Выпиловка и окорка шпал	Шпалы	50,0	Дровяной гобыльО-пилки Усушка и распыл Кора	7
		Шпальная вырезка	13,0		12
		Деловой горбыль	11,0		7 7*

Продолжение таблицы 7.1

Наименование сырья	Вид обработки	Готовая продукция		Отходы	
		наименование продукции	выход. %	наименование отходов	количество, %
Балансовое долготье	Раскряжевка и окорка	Балансы Отрезки тарные	92,0 3,0	Отрезки дровяные Опилки Кора	4 1 8*
Рудстоечное долготье	Распиловка и окорка	Рудстойка	95,0	Отрезки дровяные Опилки Кора	4 1 8*
Дровяное долготье	Распиловка и частичная расколка	Дрова коротье	98,0	Опилки и мусор	2
Тарные кряжи, отобран-ные из дров	Выпиловка тарной дощечки	Тарная дощечка	33,0	Гобыли, рейки, от-резки торцов Опилки Усушка и распыл Кора	42 20 5 8*
Дрова колотые несортиро-ванные	Производство технологической щепы	Технологическая щепа:			
		для ЦБП	58,0	Топливная щепа Мусор Кора	32 10 8*
		для производства плит	70,0	Топливная щепа Мусор Кора	20 10 8*

Продолжение таблицы 7.1

Наименование сырья	Вид обработки	Готовая продукция		Отходы	
		наименование продукции	выход. %	наименование отходов	количество, %
Дрова колотые технологические	Производство технологической щепы	Технологическая щепа:			
		для ЦБП	68,0	Топливная щепа Мусор Кора	24 10 8*
		для производства плит	79,0	Топливная щепа Мусор Кора	13 10 8*
Дрова колотые (топливные)	Производство технологической щепы	Технологическая щепа:			
		для ЦБП	55,0	Топливная щепа Мусор Кора	35 10 8*
		для производства плит	60,0	Топливная щепа Мусор Кора	30 10 8*
Дрова без гнили и верхинки хлыстов	Производство технологической щепы	Технологическая щепа:			
		для ЦБП	76,0	Топливная щепа Мусор Кора	18 6 8*
		для производства плит	87,0	Топливная щепа Мусор Кора	7 6 8*

Наименование сырья	Вид обработки	Готовая продукция		Отходы	
		наименование продукции	выход. %	наименование отходов	количество, %
Вершинки и сучья	Производство технологической щепы	Технологическая щепа:			
		для производства плит	70,0	Топливная щепа Мусор Кора	20 2 6*
		для энергохимии	909,0	Топливная щепа Мусор Кора	8 2 6*
Окоренные отходы лесопиления	Производство технологической щепы	Технологическая щепа	86,0	Топливная щепа	14
Дрова колотые	Окорка и выколка гнили	Колотые балансы	55,0	Древесина и гниль в стружке Кора в стружке	45 8*
Чураки хвойных и мягколиственных пород	Производство стружки	стружка тонкая и кровельная	70,0	Горбыльки и отрезки Мусор Кора	25 5 8*
Чураки, бруски, горбыли	Производство штукатурки	Штукатурная дрань	40,0	Мусор Кора	60 8*

Примечание. * Отходы сверх баланса древесины, поступающей в переработку.

Приложение 8 – 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 (рисунок 7.1).

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.

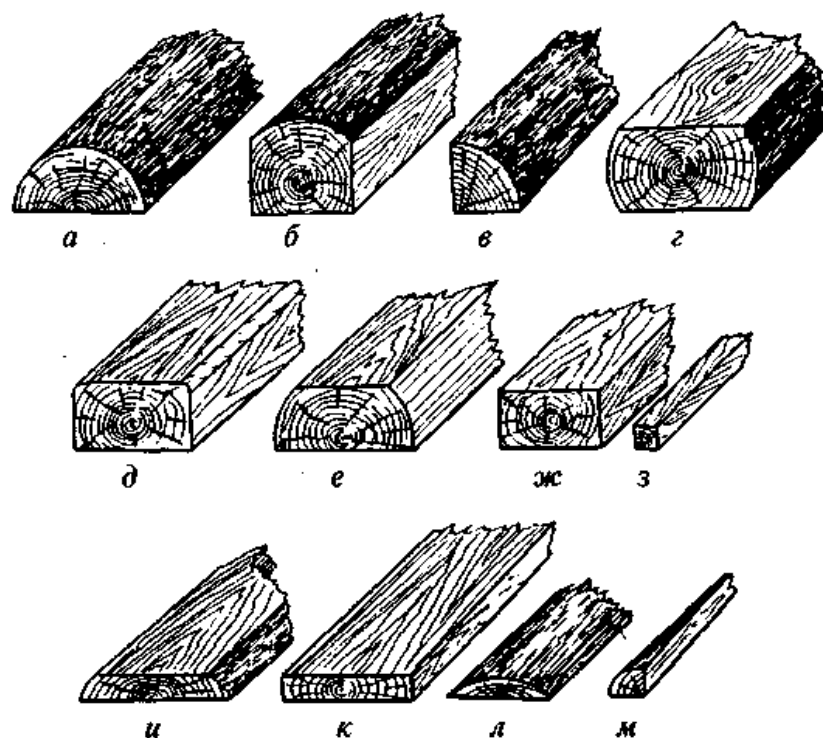


Рисунок 8.1 – Основные виды продукции, получаемой при продольной распиловке:

- 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

Количество и качество кусковых отходов различно и зависит от технологического процесса распиловки пиловочного сырья, размерно-качественного состава распиливаемых бревен и применяемых поставов (таблица 7.1).

Таблица 8.1 – Средний баланс древесины при раскросе сырья хвойных пород $d = 20-22$ см. и $L = 6$ м

Пиломатериалы, отходы	Выход пиломатериалов при распиловке бревен, % объема сырья			
	вразвал		с брусковкой	с брусковкой
	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 пило продукции образуются кусковые отходы в виде горбылей, реек, отрезков от торцов досок и вырезок (таблица 8.2).

Таблица 8.2 – Характеристика отходов при первичной и вторичной переработке древесины

Отходы	Длина, мм	Ширина, мм	Толщина, мм	Влажность, %	Отходы от исходного сырья, %
Лесопиление (первичная распиловка):					
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 – 300	13 – 250	50 – 80	2 – 4
опилки	Различные	Малых размеров		40 – 80	9 – 16
Деревообработка (вторичная распиловка):					
обрезки досок	300 – 600	150 – 300	25 – 60	8 – 15	10 – 15
обрезки брусков	100 – 1500	30 – 60	25 – 60	8 – 15	9 – 10
опилки и стружки	Различные	Малых размеров		6 – 15	9 – 15

Приложение 9 – Основные параметры, учитываемые при составлении и расчете поставок

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

В таблице 9.1 приведены рекомендуемые размеры брусьев для условий получения стандартной ширины пиломатериалов и толщины бруса, равной $0,6-0,8 d$.

Таблица 9.1 – 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 таблицам 9.2, 9.3.

Таблица 9.2 – 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 9.3. Наименьшая толщина досок, мм, для экспортных пиломатериалов

Диаметр бревна, см	Толщина досок		
	центральных		сердцевинных
	сосновых	еловых	
12-18	22	22	32
20-30	32	32	38
32-38	Не выпиливать	38	50
40-46		50	63
48-50		50	75
52-54		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.

Приложение 9 (продолжение)

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 пластиками крайних досок (ширину постава) выбирают согласно таблицы 9.4.

Отклонение ширины расчетного постава от рекомендуемой в таблице 9.4 не должно превышать $\pm 15-18$ мм.

Таблица 9.4 – 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	580-600
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 брусковкой из бруса в пределах его пласти в вершинном торце получают доски, ширина которых равна толщине бруса, а длина – длине бревна. Доски, получаемые в пределах пифагорической 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 9.5 – ГОСТ 24454-80 Пиломатериалы хвойных пород

Номинальная толщина, мм	Толщина или ширина пиломатериалов с припуском на усушку, мм	Номинальная ширина, мм							
		3	4	5	6	7	8	9	10
1	2								
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 9.6. – Нормализованные размеры сечений брусков мебели (высота x 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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	X
37												X	X	X	X	X	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	X	X	X	X	X
44														X	X	X	X	X	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	X	X	X	X	X
52																X	X	X	X	X	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	X	X	X	X	X
60																		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
64																			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
68																				X	X	X	X	X	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 9.7. – Насыпная масса и плотность опилок

Состояние насыпок	Влажность отн., %	Насыпная масса, кг/м ³
<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

Таблица 9.8. – Коэффициенты для перевода плотных кубометров в насыпные

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

Приложение 10 – Атмосферная сушка пиломатериалов

Атмосферная сушка пиломатериалов – это конвективная сушка окружающим воздухом без подогрева.

Сроки атмосферной сушки определяются состоянием воздуха в штабеле, его микроклиматом, который зависит от не только от внешних климатических условий, но в определенных границах регулируется изменением плотности укладки штабелей пиломатериалов, их размещением, соответствующим подбором крыш и фундаментов.

Продолжительность атмосферной сушки пиломатериалов зависит от климатических условий отдельных районов, которые условно подразделяются на 4 зоны:

1. Республика Коми, Архангельская, Мурманская, Вологодская, Кировская, Пермская, Свердловская, Сахалинская, Камчатская, Магаданская области, северная половина Западной и Восточной Сибири, северная часть Хабаровского края и восточная часть Приморского края;

2. Республика Карелия, Ленинградская, Новгородская, Псковская области, южная часть Хабаровского края и западная часть Приморского края;

3. Смоленская, Калининградская, Московская, Тверская, Ярославская, Горьковская, Брянская, Челябинская области, южная часть Западной и Восточной Сибири, Республики Чувашия, Марий-Эл, Мордовия, Татарстан, Башкирия, Удмуртия;

4. Курская. Астраханская. Самарская, Саратовская, Волгоградская, Оренбургская, Воронежская. Пензенская, Ростовская, Ульяновская области; Северный Кавказ и Закавказье.

Сроки сушки хвойных пиломатериалов в днях для пакетных штабелей могут быть определены по таблице 7.1.

Таблица 10.1 – Ориентировочные сроки сушки пиломатериалов на открытых складах до влажности не более 22%

Сроки укладки пиломатериалов для сушки	Номер климатической зоны	Сроки сушки в сутках при толщине пиломатериалов, мм		
		15 – 25	35 – 50	55 – 75
Март	4	12 – 28	25 – 32	35 – 45
Апрель, май	1	34 – 38	43 – 51	55 – 64
	2	30 – 34	38 – 47	51 – 60
	3	26 – 30	34 – 36	43 – 51
	4	13 – 15	17 – 22	22 – 30
Июнь, июль	1	13 – 17	22 – 43	43 – 55
	2	10 – 13	17 – 34	34 – 51
	3	9 – 10	15 – 22	26 – 34
	4	8 – 9	13 – 15	17 – 25
Август, сентябрь	1	30 – 34	43 – 51	55 – 60
	2	26 – 34	36 – 43	47 – 55
	3	22 – 30	30 – 38	43 – 47
	4	11 – 17	20 – 26	30 – 34
Октябрь	4	12 – 28	25 – 32	34 – 45

Приложение 11 – Нормативы образования древесных отходов

Таблица 11.1 – 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

Рисунок 11.1. Номограммы для определения массы кроны

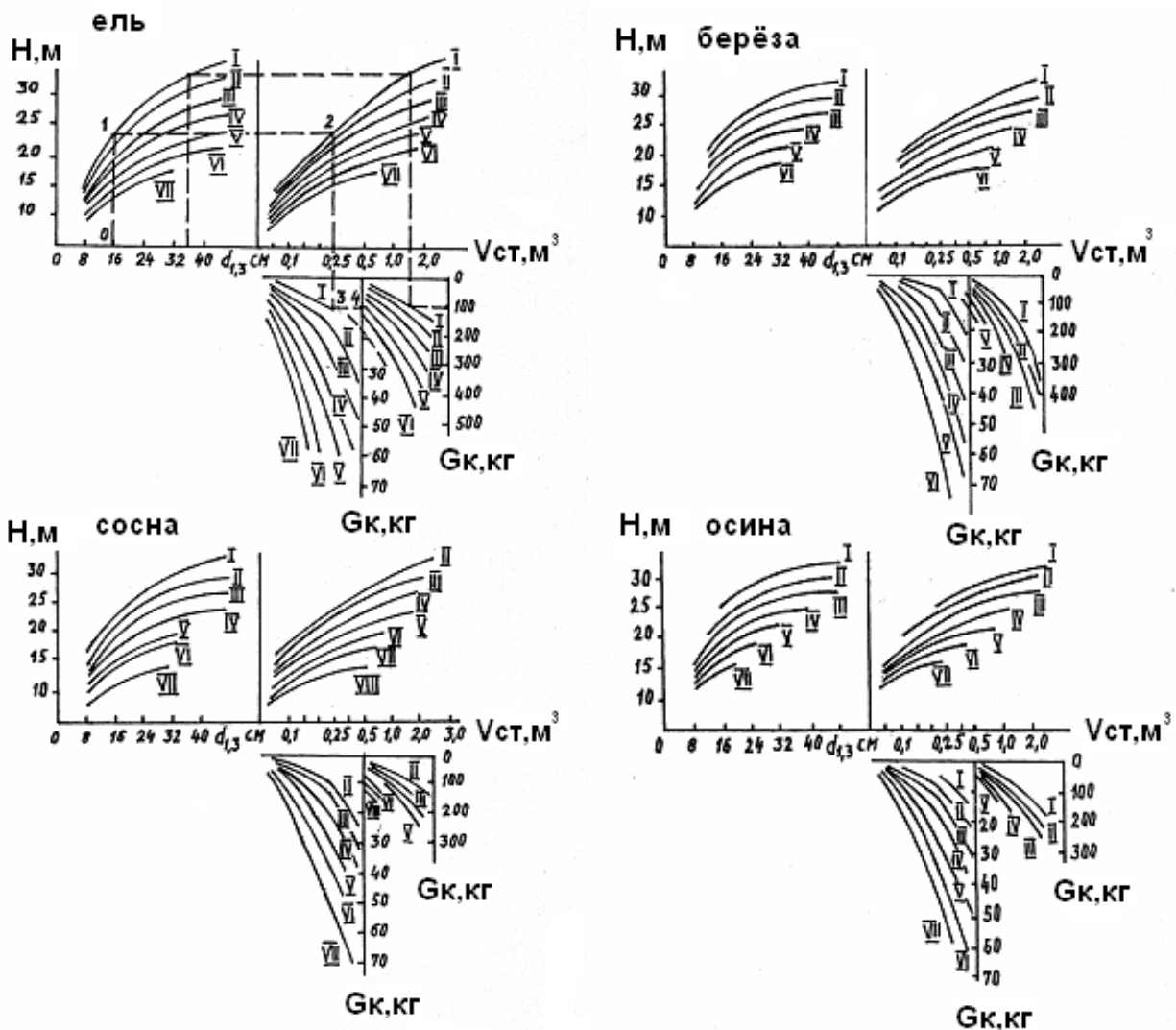


Таблица 11.2 – Структурный состав отходов окорки, %

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

Приложение 12 – Техничко-экономические показатели лесопильных цехов

Показатели	Однопоточные			Двухпоточный на базе лесопильных рам	Четырехпоточный 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 ³	54,0	100,0	112,0	250,0	735,0
Годовой объём производства по выпуску, тыс. м ³ :					
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.-день производственных рабочих, м ³	3,7	6,7	6,6	6,5	11,5

Приложение 13 – Приставки и множители для образования десятичных кратных и дольных единиц

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
экса	Э	10 ¹⁸	деци	д	10 ⁻¹
пета	П	10 ¹⁵	манти	с	10 ⁻²
тера	Т	10 ¹²	милли	м	10 ⁻³
гига	Г	10 ⁹	микро	мк	10 ⁻⁶
мега	М	10 ⁶	нано	н	10 ⁻⁹
кило	к	10 ³	пико	п	10 ⁻¹²
гекто	г	10 ²	фемто	Ф	10 ⁻¹⁵
дека	да	10	атто	а	10 ⁻¹⁸