

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

А. С. ФЕДОРЕНЧИК

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ

**Тексты лекций по одноименной дисциплине
для студентов специальностей 1-25.01.07 «Экономика и управление на
предприятии» и 1-26.02.03 «Маркетинг»**



Минск 2013

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы добыча сырья все дороже. Возникает опасность истощения природных ресурсов. Особая роль принадлежит лесам, которые занимают 27% мировой площади земли и содержат 82% её фитомассы. Хотя леса относятся к числу возобновляемых, в целом мире их площадь уменьшается. Ежегодно вырубается более 3 миллиардов куб. метров леса. Для удовлетворения своих потребностей ежегодные заготовки древесины примерно равны мировому производству зерна, вдвое превосходит производство стали и цемента, и почти в 25 раз производство пластмасс.

Беларусь – лесная держава. Лесной фонд страны составляет 45,4% ее территории или 9432,7 тыс. га. Лесистость территории Республики Беларусь составила на 1.01.2012 года 39 % и является самой высокой за последние 100 лет. Общий запас насаждений составляет 1598,2 млн. м³, в том числе возможных для эксплуатации 81,3%. По прогнозу к 2020 году он достигнет 21 млн. м³. На каждого жителя Беларуси приходится 0,98 га лесов и 166 м³ древесного запаса, что практически в два раза выше среднеевропейского. Уровень удовлетворения внутреннего рынка за счет использования местного сырья составляет 99 %

По данным официальной статистики доля лесного комплекса в валовом внутреннем продукте составляет около 3%. В ней занято свыше 110 тысяч человек (3% от численности занятых в народном хозяйстве), из них около 37 тысяч человек – в лесном хозяйстве. Производством продукции лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности в Беларуси занимаются свыше 5 тысяч организаций и индивидуальных предпринимателей. Экспортные поставки осуществляются более чем в 50 стран мира. Однако по эффективности работы в стоимостном выражении предприятия лесного комплекса Беларуси проигрывают зарубежным аналогам ведущих лесодобывающих стран более чем в 2 раза.

Поэтому главными стратегическими целями развития лесного комплекса страны на перспективу являются: повышение эффективности производства, привлечение инвестиций, рациональное и более полное использование лесного потенциала республики за счет создания и развития высокотехнологичных производств по химической и химико-механической переработке древесины, в том числе лиственной и низкосортной, древесных отходов, комплексной переработке всей массы заготавливаемого сырья. Ожидается, что производство фанеры по сравнению с 2010 годом возрастет к 2015 году со 180 тыс. куб. м до 250 тыс. куб. м, плиты древесностружечной- с 300 до 615 тыс. куб. м, плиты древесноволокнистой – с 96 до 650 тыс. куб. м, мебели- с 760 до 989 млрд. руб., бумаги- с 86,8 до 130,5 тыс.т., картона – с 183,8 до 440,4тыс. тонн. С 2014 года начнется производство целлюлозы.

Для обеспечения имеющихся и строящихся в стране энергоисточников на основе использования местных видов топлива к 2015 г. объем производства топливной щепы составит 500 тыс. т условного топлива или около 2 млн. плотных м³. В качестве сырья для производства топливной щепы к 2020 г.

планируется использовать до 7 млн. м³ дров, 0,5 млн. м³ отходов лесозаготовок, около 1,5 млн. м³ отходов. .

Сегодня объем отходов лесозаготовок и деревообработки составляет около 4 млн. м³, а реально используется не многим более 2 млн. м³.

Использование 1000 м³ отходов сохраняет от вырубki около 3 гектаров леса, из которых можно получить 910 м³ щепы; 630 м³ стружечных плит; около 250 тонн тарного картона; около 60 тыс. литров метилового спирта; около 56 тонн смолы.

С 1 гектара хвойного леса можно получить помимо ствольной древесины приблизительно 5 тонн витаминной муки; около 0,4 тонн хлорофиллокаротиновой пасты; 0,6 тонн лечебного экстракта.

Значительный интерес представляет использование древесной биомассы и в энергетических целях. Так 1 м³ сосновой щепы с влажностью 40% позволяет получить при сжигании около 2,1 МВт·ч энергии, при этом улучшаются экологические показатели.

1. ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ СЫРЬЕ В ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

1.1. Основные понятия

Древесной биомассой называется все многообразие жизнедеятельности древесных растений. Древесную биомассу разделяют на следующие компоненты:

- корневую часть, состоящую из пней и корней;
- стволую часть, состоящую из древесины и коры;
- крону, состоящую из древесины, сучьев и ветвей, а также древесной зелени.

В зависимости от породы, возраста, условий, произрастания и т. д. соотношение компонентов биомассы изменяется согласно табл. 1.

Таблица 1

Соотношение компонентов биомассы дерева

Порода дерева	стволовая часть, %	корни, %	ветви, %
Сосна	65-77	15-25	
Дуб	50-75	15-20	до 20
Береза	88-90	5-12	

С ухудшением условий произрастания, доля кроны и корней у всех пород возрастает. Существенно меняется и доля стволую древесины в зависимости от возраста. Так у сосны в 20-летнем возрасте она составляет 50,5%, а в спелом возрасте достигает 81%.

При существующей технике и технологии лесозаготовок используются, и, в основном учитывается стволую древесина, остальные же части дерева остаются на лесосеке. Соотношение между отдельными частями дерева (средние) относительно объема ствола приведены в табл. 2.

Таблица 2

Соотношение между отдельными частями дерева

Регион	Части дерева, %						
	стволовая часть	листья, хвоя	корни	сучья, ветви	пни	Кора	итого
СНГ	100	7	13	13	6	14	153
В мире	100	9	14	18	18	18	177

Дополнительное сырьё включает отходы лесозаготовок и лесоперерабатывающих производств, а также древесину на лесных складах, по своему составу непригодную для выработки деловых круглых лесоматериалов.

Отходами лесозаготовок называют всю неиспользуемую биомассу дровостоя, оставленную в лесу после лесозаготовительных работ. К ним относят: пни, корни, лесосечные отходы и целые деревья, остающиеся на лесосеке.

К лесосечным отходам относят обломки стволов и вершины, сучья и ветви, а также откомлевки, если на лесосеке ведется распиловка хлыстов на сортименты.

Отходы лесозаготовок могут быть определены как объем ресурсов по разности всей биомассы и вывезенной ликвидной древесины. Ликвидная древесина — это деловая (без коры) и дровяная (с корой) древесина, полученная из деревьев достигших учетных размеров.

На отдельных стадиях производства лесопродукции, часть древесины не используется и теряется (недорубы, потери стволовой части из-за обломков и оставленных высоких пней, при трелевке — оставленные или поломанные тонкомерные хлысты на лесосеке и т. д.). Среди оставленных на корню или брошенных на лесосеке надо выделять тонкомерные и «нежелательные» деревья, товарный сухостой и валежник. К тонкомерным деревьям относят те, диаметр которых меньше минимального установленного размера для заготовки. «Нежелательными» являются деревья, которые по состоянию ствола и его форме не отвечают хозяйственным целям. Валежник — мертвый ствол, лежащий на поверхности почвы и включает ветроломные, буреломные и сломанные деревья.

Поскольку не вся масса дополнительного сырья может быть использована с необходимым экономическим эффектом, их ресурсы принято разделять на потенциальные, реальные и экономически доступные. Потенциальные ресурсы включают весь объем дополнительного сырья при освоении отводимого в рубку лесосечного фонда. Реальные ресурсы определяются как потенциальные за вычетом технологических потерь в процессе заготовки и транспортировки (опилки при валке). Экономические — доступные ресурсы представляют часть реальных, при освоении которых предельная цена сырья или полуфабриката равна или выше нормативной стоимости его производства и транспортировки

. Контрольные вопросы

1. Дайте определение древесной биомассы?
2. Обоснуйте соотношение между компонентами биомассы дерева?
3. Что такое дополнительное сырьё? Его виды?
4. С чем связаны потери на отдельных этапах производства?
5. Может ли использоваться вся масса дополнительного сырья с максимальным экономическим эффектом? Обоснуйте свой ответ?

2. КЛАССИФИКАЦИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

2.1. Дополнительное древесное сырье, для переработки образуемое на лесосеке. Состав, размерно-качественная характеристика и нормы образования лесосечных отходов

2.2.1. Пни и корни

Опыт использования пневокорневой древесины накоплен в Скандинавских странах и странах СНГ. Основными потребителями такого вида сырья являются канифольно-экстракционные и смолоскипидарные предприятия. Эта древесина может также применяться в плитном производстве, в производстве стройматериалов в смеси с цементом, для получения сульфатной массы, в качестве топлива. За счет пней и корней можно дополнительно получить 15% от всей древесины.

На высоту пня, оставляемого на лесосеке существенно влияет система машин и несущая способность грунта. Близкая к нормативной высота пня получается при валке деревьев бензиномоторными пилами в сухих борах и близких к ним типах леса. Максимальная высота которая подчиняется нормальному закону распределения приходится на многооперационные машины, работающие в заболоченной местности. Четкой зависимости между высотой пня и диаметром не установлено, хотя более крупные пни имеют как правило и большую высоту.

Между длиной стержневого корня и диаметром существует следующая зависимость (для сосны):

$$l_{ск} = 2,36d_n + 63,155 \quad (r = 0,96).$$

Размах пня:

$$P = 6,658d_n + 108,4 \quad (r = 0,99).$$

Средний объем пня:

$$V = 0,0002d_n^2 - 0,0015d_n + 0,042 \quad (r = 0,99),$$

где r — коэффициент корреляции.

В основном пни, и корни находятся в поверхностном слое почвы. Отношение веса пневокорневой древесины к весу ствола колеблется от 15 до 20% при среднем значении 19,1%.

Сегодня ведутся поиски технологических решений позволяющих уменьшить высоту пня. Так уменьшение высоты пня на 5 см дает возможность дополнительно заготовить примерно 1% сырья. Как технологическое сырье, пневокорневая древесина характеризуется свойствами волокон, плотностью, содержанием коры, экстрактивных веществ и минеральных примесей. Длина волокон основной части у хвойных пород меньше чем стволовой, что

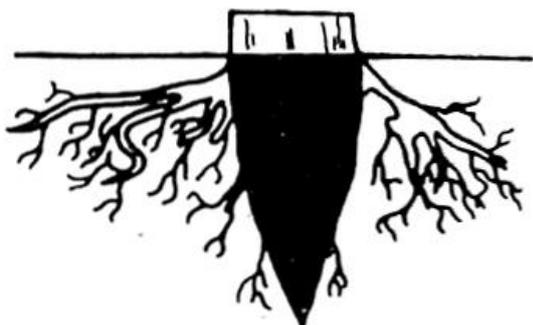


Рис 1. Стержневой пень

приближает её к лиственной древесине. Она имеет сжатые волокна, более темный цвет и большее содержание смолистых веществ. Все это предопределяет повышенную ее плотность по сравнению со стволовой на 7-17%. Процентное содержание коры в пневокорневой древесине чуть выше, чем у стволовой и составляет 10-12%.

2.2.2. Крупные вершины и обломки стволов

В целом по своим свойствам и качеству это сырье идентично стволовой древесине. Этот вид сырья используется для получения высококачественной щепы, немерных балансов, древесного угля, организации производства пилопродукции, товаров народного потребления и других целей. Средние потери стволовой древесины при заготовке леса в России — 8,6% от запаса средней на 1 га и изменяются в пределах от 5,5 до 47 м³ на га. В Республике Беларусь на 1 га вырубаемой площади в среднем приходится примерно 4,3 м³ обломков стволов. Объем вершин, остающихся на лесосеке в связи с тем, что их отрезают диаметром более допустимого стандартом в среднем составляет 0,6%, но иногда достигают 1,5% от объема вывозимой древесины. Средняя длина вершин 2-8 метров. Наиболее вероятный диаметр в месте отреза — 6,5 см. Наибольшая длина вершин встречается у лиственных пород, примерно 14 метров. У хвойных она короче и достигает до 11,7 метров.

Параметры наиболее часто встречающихся обломков стволов в Республике Беларусь составляют: объем 0,016-0,002 м³, диаметр 9-12 см, длина 3-4,2 м. Наибольшие потери стволовой древесины имеют место при температуре воздуха $t = 20^{\circ}\text{C}$ и машинной валке деревьев.

В среднем потери при машинной валке деревьев по сравнению с валкой бензомоторными пилами в 1,5-1,9 раза выше.

2.2.3. Тонкомерные деревья

Они могут служить сырьем для производства технологической и топливной щепы, выработки балансов, рудстойки, пиловочника, если его диаметр в верхнем отрезе не менее 6 см, а длина не менее 3 метра. Такой пиловочник пригоден для переработки на фрезерно-брусующий и фрезернопильных станках, на обрезные пиломатериала, мебельные заготовки, шестигранные торцевые шашки. Также можно получать декоративную рейку и штакетник, вагонку, некоторые изделия для быта, стеновые заготовки, рукоятки ручного инструмента и другие изделия. Понятие «тонкомерная древесина» экономического характера, которая вытекает из потребительских свойств сырья и размеры ее зависят от уровня развития и структуры перерабатывающей промышленности конкретной страны.

Так США к тонкомерной древесине относит деревья, диаметром на высоте груди не более 20 см; Финляндия и Польша, а также Канада не более 8 см; в СНГ с момента принятия технических условий на щепу технологическую из тонкомерных деревьев с 1984 года относят деревья не более 12 см. При этом существует ограничение и по нижнему диаметру, равному 6 см.

Деревья, верхним и нижним диаметром менее 6 см считаются хворостом. Количество тонкомерных деревьев на рубках главного пользования зависит от породного состава, происхождения насаждений и возраста. В пределах предприятий Беларуси доля тонкомерных деревьев потребляется от 4 до 27%. В среднем они составляют 10-12% от объема заготовленной древесины. При этом наибольшее количество приходится на ель — 20%, сосну — 16% и наименьшее на осину — 8%.

Восемьдесят девять тонкомерных деревьев имеют верхний и нижний диаметр 8-10 см и длину 7-10 метров. Тонкомерная древесина получаемая при рубках ухода имеет гниль, кривизну и механические повреждения, которыми охвачено от 20 до 73% деревьев. Гнилью поранены в основном осиновые деревья. Кривизна наиболее характерна для березы. По всем видам рубок выход деловой древесины в среднем составляет 33%. В молодняках хвойных пород он равен 22,4%, у мягколиственных — 15,3%. Малая концентрация сырья на единицу площади приводит к тому, что заготовка древесины при рубках ухода примерно в 2-3 раза дороже, чем при рубках главного пользования.

Кроме стволовой древесины для получения многих продуктов могут использоваться листья и зелень, удельный вес которых в общей биомассе составляет в молодняках до 40%, на рубках прореживания — до 25%. Прогрессивные технологии предусматривают переработку комлевой части тонкомерных деревьев на круглые деловые сортименты, а вершинной части и мелкотоварных целых деревьев на технологическую щепу и товарную зелень.

Зависимость между длиной комлевой части ствола в верхнем отрезе диаметром 6 см и более, и диаметр на высоте груди может быть выражена

$$L = cd_{1,3}^2 + bd_{1,3}^2 + a,$$

где a, b, c — коэффициенты, зависящие от породы и формы ствола.

2.2.4. Сучья, ветви, вершины и древесная зелень

Размеры, объем сучьев и ветвей, зависит от многих факторов. Так максимальный диаметр сучьев у сосны не более 17 см, у осины встречаются сучья диаметром более 20 см. Длина колеблется в значительных пределах: от 0,5 до 6,5 метров, при средней величине 2,4 метра. Объем сучьев может быть определен в зависимости от объема ствола и диаметра на высоте груди по следующей формуле:

$$V_c = \left(\frac{b}{d_{1,3}} + a \right) V,$$

где a и b — коэффициенты, учитывающие породу.

Наибольшую долю от стволовой древесины составляют сучья, ветви и тонкие вершины у твердолиственных пород — до 18%, у ели — до 13%, наименьшую у сосны и осины — до 9%. Число сучьев на дереве диаметром

более 20 см изменяется от 13 до 250 штук. Объемная масса одного складского метра сучьев составляет от 150 до 250 кг. Коэффициент полндревесности сучьев, уложенных в кучи составляет от 0,15 до 0,2. Стягивание пакета сучьев тросом или же уплотнение гусеницами трактора увеличивает коэффициент полндревесности почти в 2 раза.

Содержание древесины в сучьях сравнительно невелико и составляет в процентах от абсолютно сухой массы: у сосны — 49%, у ели — 23%. Содержание коры и зелени по сравнению со ствольной древесиной значительно выше, особенно у ели, где кора составляет до 36%, а хвоя до 41%.

Таблица 3

Количество хвои и листьев на растущих деревьях

Порода деревьев	Хвоя, листья кг/м ³	Диапазон значений
Сосна	$(80+8R)/\sqrt{D}+2,5R+10$	$D=4-52; R=Ia-Va$
Ель	$(750+8R)/\sqrt{D}+8R-40$	$D=4-52; R=Ia-V$
Береза	$(44+45,6R)/\sqrt{D}-6R+24$	$D=4-52; R=Ia-V$
Осина	$(70+20R)/\sqrt{D}+5$	$D=4-52; R=I-IV$
Кедр	$565/\sqrt{D}+10R-42$	$D=4-52; R=I-V$
Пихта	$640/\sqrt{D}-56$	$D=12-52$
Лиственница	$60/\sqrt{D}+3$	$D=4-52$

Примечание: D – диаметр ствола на высоте груди, см; R – разряд высот, цифровые значения которых соответствуют их нумерации, кроме разряда Ia ($R=0$) и Va ($R=6$).

Считается, что для технологической переработки представляют интерес сучья и ветви диаметром свыше 3 см и длиной не менее 0,5 метров, имеющих загрязненность не более 3% общей массы и преимущественно рассортированных по породам.

Контрольные вопросы

1. Что такое дополнительное древесное сырье? Для чего оно применяется?
2. Где и как используется пневокорневая древесина?
3. Расскажите об основных типах дополнительного сырья?
4. Что такое тонкомерная древесина?
5. Для каких условий можно использовать расчетную формулу, определяющую зависимость между длиной комлевой части ствола и ее диаметром на высоте груди?

3. ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ДРЕВЕСНОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ, ОБРАЗУЕМОЕ НА ЛЕСНЫХ СКЛАДАХ И ЦЕХАХ ПЕРЕРАБОТКИ

3.1. Отходы лесобработывающих производств.

Откомлевки образуются при оторцовке хлыстов и представляют собой комлевую часть ствола с такими пороками формы, как сбежистость ребристая или округлая закомелистость, которые снижают качество деловых сортиментов или совсем в них не допускаются. Откомлевки образуются и в случае дефектов стволов, возникших при валке дерева. Выступающие над поверхностью торца ствола козырьки или часть хлыста удаляются для получения торцевой поверхности сортимента, перпендикулярной продольной оси дерева. Длина откомлевок не превышает 1 м.

Древесина откомлевок мало отличается от стволовой поэтому вполне пригодна для получения технологической щепы. Однако характерный для нее порок - наклон волокон может вызвать образование мелких частиц с толщиной более допустимой и с мятыми торцами. Доля такой древесины в общей массе перерабатываемого на нижнем складе сырья невелика и составляет в среднем 2,5% (1,5-3,0%), поэтому снизить качество щепы существенным образом она не может. Разработана специальная рубительная машина для измельчения откомлевок в щепу для древесных плит без предварительной окорки. Отходы лесопиления. На нижних складах производится 40 % всех пиломатериалов в стране. При распиловке древесного сырья образуется до 44 % отходов, количество и качество которых зависит от технологического процесса распиловки, размеров и качества распиливаемых бревен, применяемых поставов. Отходы лесопиления составляют горбыли, рейки, торцовые отрезки и вырезки досок, опилки. Часть сырья безвозвратно теряется на распыл и усушку. Средний баланс древесины при раскросе пиловочных бревен хвойных пород диаметром 20 - 22 см и длиной 6 м приведен в табл. 3.

Таблица 4

Средний баланс древесины при раскросе бревен хвойных пород

Пиломатериалы и отходы	Выход, в % от объема сырья, при распиловке			
	вразвал		с брусковкой, м	
	необрезные доски	обрезные доски	50	100
Доски длиной 1 м	74	56	57,5	59
Горбыли	6	6	8,5	10
Рейки	-	14	10	7
Короткие доски длиной 0,3-1 м	3	3	3	3
Торцовые отрезки, вырезки	-	2	2	2
Опилки	10	12	12	12
Усушка и распыл	7	7	7	7

Горбыли представляют собой отпиленную периферийную часть бревна, у которых одна пласть пропилена, а другая образована необработанной поверхностью бревна. Толщина горбылей составляет 20—50 мм и возрастает от вершины к комлю. Она зависит от сбежистости и длины пиловочных бревен. Ширина горбылей изменяется от 80 до 130 мм, длина от 3,0 до 6,5 м. Они, как правило, короче выпиливаемых досок. Количество горбылей зависит от метода раскряя, диаметра и сбега бревен, правильности расчета поставов, сортировки бревен по смежным диаметрам и составляет от 6 до 10 % исходного сырья.

Рейки образуются при обрезке и раскрое пиломатериалов по ширине. Толщина реек всегда соответствует толщине выпиливаемых пиломатериалов и составляет 25-100 мм. Ширина реек изменяется от 35 до 100 мм, а длина от 2,0 до 6,5 м. Объем реек также значителен и составляет от 7 до 14% исходного сырья.

Горбыли и рейки, получаемые из заболонной части пиловочных бревен, содержат сравнительно небольшое число пороков и по качеству древесины являются наилучшим сырьем для получения высококачественной щепы для целлюлозно-бумажного производства. Древесина, содержащая водопроводящие каналы хорошо пропитывается варочными щелочами, в большей мере приспособлена для удаления смолистых веществ и не образует непровара. Необходимое и важное условие использования отходов лесопиления на щепу - предварительная окорка бревен.

Уступают горбылям и рейкам по качеству торцовые отрезки и вырезки, получаемые при раскрое пиломатериалов по длине, опиловке торцов, удалении дефектных участков с пороками или острых концов досок. Они имеют сравнительно небольшую длину в пределах от 25 до 150 мм, толщину от 250 мм и ширину от 30 до 300 мм. Объем торцовых отрезков и вырезок колеблется в пределах от 2 до 4 %, а в лесопилении достигает 5 % исходного сырья.

К отходам лесопиления не относятся короткие доски длиной 0,3—1,0 м, однако из-за трудностей сбыта они являются дополнительным сырьем для выработки щепы. Объем коротких досок составляет 3 %.

Опилки образуются в процессе лесопиления в объеме от 9 до 16 % от распиливаемого сырья. Из-за небольших размеров древесных частиц они с большим трудом могут быть использованы в целлюлозно-бумажной промышленности. Плиты из них имеют низкие прочностные показатели. Практическое значение имеют опилки с размером более 3 мм, которые можно использовать в виде добавок к основному сырью в производстве целлюлозы, бумаги, картона. До 23 % таких частиц образуется на лесопильных рамах при распиловке сосновых и еловых бревен. Разработаны специальные рамные пилы для получения опилок более крупных размеров. Опилки, образующиеся при обработке пиломатериалов на круглопильных станках, имеют волокнистую структуру и значительно меньшие размеры. На обрезных и торцовочных станках количество опилок размером более 3 мм не превышает, по данным Ю. А. Пушкина, 15 %.

Форма частиц древесины в опилках близка к кубической, а отношение их длины к толщине (коэффициент гибкости) составляет 2,5, что препятствует их использованию в производстве плитных материалов.

Древесные опилки широко используют в качестве сырья для гидролизного производства. ГОСТ 18320-78 регламентирует породный состав, количество примесей и размерный состав опилок как технологического сырья для гидролиза. Опилки не должны содержать более 8% коры, 5 гнили и 0,5% минеральных примесей. В их составе не допускается более 10 % мелких древесных частиц, прошедших через сито с отверстиями диаметром 1 мм, и более 5% крупных, оставшихся на сите диаметром 30 мм. Породный состав опилок жестко регламентируется для фурфурольного профиля гидролизного производства, где используется древесина только лиственных пород без примеси хвойных.

В опилках для дрожжевого профиля породный состав не регламентируется. Для перевода насыпного объема опилок в плотный принимают следующие коэффициенты: 0,28 - до отгрузки потребителю; от 0,30 до 0,36 - при перевозке автомобильным и железнодорожным транспортом на расстояние до 500 км.

Одним из эффективных направлений является получение вместо опилок технологической стружки, пригодной для производства плит и целлюлозы. Доказана практическая возможность получения такой стружки при продольной распиловке древесины специальными круглыми пилами. Более крупные частицы могут быть получены за счет увеличения подачи на зуб или путем приближения процесса распиловки к строганию или фрезерованию. Большие подачи определяют малое количество зубьев в пиле и значительные по объему межзубовые впадины.

Разработаны различные конструкции круглых пил с групповыми и коническими зубьями для продольной распиловки с попутной и встречной подачей. Получаемые частицы имеют форму длиноволокнистых стружек длиной от 7 до 14 мм и толщиной 0,3-0,5 мм. Экспериментально доказана возможность использования таких частиц для производства древесностружечных и древесноволокнистых плит, бисульфитных целлюлоз.

3.2. Отходы шпалопиления

Выход шпал в среднем составляет 50 % от сырья и зависит от формы их поперечного сечения и типа, применяемого постава и способа распиловки, диаметра и качества шпального кряжа. Наряду со шпалами и брусьями, в шпалопилении получают необрезные доски и деловой горбыль. В цехах шпалопиления часто практикуется изготовление шпал без выпиливания подгорбыльной доски, что позволяет повысить на 10-15 % производительность головных шпалорезных станков и получать горбыли укрупненного сечения. Такие деловые горбыли (в объеме около 12 % от перерабатываемого шпального кряжа) являются хорошим сырьем для получения пиломатериалов различного

назначения. Перспективной является технология изготовления шпал на фрезернопильных линиях, где одновременно со шпалами получают щепу.

Отходы шпалопиления получают из заболонной бессучковой или малосучковой зоны шпальных кряжей, свободной от пороков грибного происхождения, табачных и загнивших сучков. Древесина таких отходов (преимущественно хвойных пород) является ценным сырьем для выработки короткомерных пиломатериалов и технологической щепы. Необходимое условие использования отходов в щепу - предварительная окорка шпальных кряжей.

Длина отходов в шпалопилении соответствует длине шпальных кряжей и составляет 2,75 м. В отличие от делового горбыля, который используется для получения пиломатериалов, неделовой или дровяной горбыль имеет меньшую длину и толщину менее 15 мм. Такой горбыль не пригоден для получения пиломатериалов и используется только для выработки щепы.

. Контрольные вопросы

1. Дайте характеристику дополнительного сырья для переработки? Как его можно использовать?
2. Где и как образуется дополнительное сырье? Назовите его основные типы?
3. Какие вы знаете отходы лесопиления?
4. В каком объеме образуются опилки при лесопилении?
5. Почему толщина реек всегда соответствует толщине выпиливаемых пиломатериалов?

4. СПОСОБЫ КАЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В ЛЕСНОМ КОМПЛЕКСЕ

Способы оценки запасов дополнительного сырья на лесосеке имеют важное практическое значение. Техничко-экономические расчеты по сбору и использованию этого сырья, разработка новой техники и оценка эффективности ее работы, прогнозирование пожароопасности неочищенных лесосек требуют сравнительно точных данных о количестве сырья, оставшегося несобраным и потенциально пригодного для переработки.

Наиболее широко используют выборочный способ оценки запасов дополнительного сырья путем закладки пробных площадей по ОСТ 06-06-81. На исследуемой лесосеке закладывают пробные площади размером 50x50 м, на которых измеряют длину и диаметры оставленных отходов с последующей оценкой их объемов в пересчете на 1 га. Такой способ отличается высокой точностью, но весьма трудоемок. Способом закладки пробных площадей оцениваются также и запасы пневокорневой древесины.

Оценка запасов сучьев и древесной зелени в растущем древостое производится по модельным деревьям. Для каждой ступени толщины отбирают не менее четырех деревьев, характерных для данного массива по развитию кроны. Отобранные модельные деревья спиливают, затем измеряют диаметр и объем ствола, объем (в скл. м³) и массу (в кг) сучьев. После этого, отделив секатором древесную зелень от сучьев, ее взвешивают, определяют реальный выход древесной зелени и сучьев на 1 м³ стволовой древесины.

Для быстрой и нетрудоемкой оценки объемов лесосечных отходов удобен способ измерений по выходу технологической щепы. На заложенных пробных площадях все лесосечные отходы собирают механизированным способом и измельчают в щепу. По выходу щепы можно судить о запасах лесосечных отходов. Сбор отходов в виде щепы не только упрощает процедуру измерений, но позволяет определить прежде всего их реальные ресурсы.

Между количеством лесосечных отходов и запасом древесины на 1 га установлено уравнение регрессии с высоким коэффициентом корреляции

$$y = 0,12x + 0,14.$$

При оценке объемов лесосечных отходов на больших площадях можно воспользоваться способом линейных пересечений. На исследуемой лесосеке намечают ряд линий. Объем оставленных отходов тесно связан с количеством хаотично разбросанных кусков и отрезков, пересеченных этими линиями. Затем измеряют диаметры отходов в месте пересечения их линией отбора. Оценка объема отходов на единицу площади включает диаметр пересеченных кусков и длину линии отбора образцов. Между этими показателями выведена следующая зависимость:

$$V = \frac{\pi^2 \sum_{i=1}^n d_i}{8L},$$

где V - объем кусковых отходов на единицу площади, $\text{м}^3/\text{м}^2$; d_i - диаметр i -го куска, измеренного в точке пересечения его с линией отбора, м; L - длина линии отбора образцов, м.

На точность подсчетов объема влияет общая длина линий отбора. Чтобы оценить, например, объем оставленного сырья плотностью распределения $224,9 \text{ м}^3/\text{га}$ с точностью $\pm 10\%$, требуется линия общей длиной 1524 м. Существенное влияние имеет направление линии отбора образцов, а также характер распределения отходов по площади и их ориентация относительно линии. Способ линейных пересечений сравнительно быстро позволяет оценить объем оставленных лесосечных отходов с определенной степенью вероятности и при относительно небольших трудозатратах.

Контрольные вопросы

1. Какое значение имеет правильная оценка дополнительного сырья?
2. Какие способы используются для оценки дополнительного сырья?
3. Что такое модель дерева?
4. Объясните принцип оценки объемов лесосечных отходов при использовании способа измерений по выходу технологической щепы?
5. Каким уравнением описывается зависимость между количеством лесосечных отходов и запасом древесины на 1 га?

5. ВЛИЯНИЕ ЗАГОТОВКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОМАССЫ ДЕРЕВА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Комплексное использование всей биомассы дерева по-разному влияет на экологическую систему. Отрицательным побочным влиянием является дополнительный вынос таких важных питательных веществ, как азот, фосфор, калий, кальций, содержащихся в древесине, коре и зеленой массе. Для примера укажем, что при заготовке стволов сосны питательных веществ выносится 847 г/м³, ели 1030 г/м³. При сборе пневой древесины вынос микроэлементов также значителен и составляет в пересчете на 1 м³ стволовой древесины сосны 151 г, ели 308 г. Вынос перечисленных элементов в ельниках 120-летнего возраста при заготовке стволов составляет 392 кг/га, при заготовке пней и корней диаметром более 2 см - дополнительно 137 кг/га. Однако оставшиеся в почве корни диаметром менее 2 см содержат еще значительное количество микроэлементов (90 кг/га).

В процессе перегнивания отходов образуются естественные удобрения, насыщенные микроэлементами, которые необходимы для возобновления леса. Особую ценность представляют хвоя, листья, тонкие ветви и корни, которые перегнивают за 2-3 года, т. е. в несколько раз быстрее, чем древесина. Они образуют комплекс органических питательных веществ, весьма важных именно в первые годы жизни деревца. Между тем распространенным способом очистки лесосек является сбор лесосечных отходов в валы и кучи с последующим их сжиганием. Известно, что после концентрированного сжигания ухудшаются физико-химические и микробиологические свойства почвы, возрастает ее плотность и резко уменьшается скважность, вызывая заболочиваемость лесосек. На огневищах образуется много золы, которая усиливает щелочную реакцию и создает неблагоприятные условия для прорастания семян. Нередко уничтожается вся подстилка, и почва обедняется органическими веществами, необходимыми для успешного лесовозобновления и роста деревьев. От правильной организации очистки лесосек зависит качество лесовозобновления.

Способ очистки лесосек определяют при их отводе в рубку и указывают в лесорубочном билете. Учитываются принятая технология, сезон заготовок, наличие подроста, почвенно-грунтовые условия. На сырых и мокрых почвах сбор лесосечных отходов имеет особое значение для естественного возобновления леса. Хотя лесосечные отходы улучшают для техники проходимость, однако они затрудняют испарение влаги и прогрев почвы, содействуют накоплению снега и задержанию его таяния. Это усиливает заболочиваемость лесосек, создает трудности для прорастания семян и появления всходов.

На каменистых и сухих песчаных почвах влияние лесосечных отходов иное. Здесь они способствуют улучшению водного режима почв и обогащению их органическими веществами. Уменьшается испарение влаги, понижается скорость ветра у поверхности почвы, обеспечивается защита всходов от низких и высоких температур. Чтобы обеспечить равномерное распределение массы лесосечных отходов по площади лесосек, они должны подвергаться

измельчению передвижными рубительными машинами. Измельчение и разбрасывание отходов требует меньших затрат труда, чем сбор и сжигание их в кучах или валах.

Заготовка пневокорневой древесины сказывается не только на выносе дополнительной органической массы, но и как результат на некотором истощении почв. Оставленные неубранными пни являются местом размножения многих видов насекомых, некоторые из которых вредны для лесного хозяйства. Вредители, обитающие в пнях, могут позднее повлиять на окружающий лес, молодые посадки и неокоренные лесоматериалы. При удалении пней некоторые виды вредных насекомых и грибы теряют возможность размножаться. Облегчается механизация работ по лесоводству. Обилие кормов для развития насекомых - ксилофагов создают сучья, ветви, вершины и обломки, оставленные на лесосеке. Крупные отходы диаметром свыше 6 см более пригодны для активного заселения стволовыми вредителями, чем мелкие. Общая площадь заселенной боковой поверхности крупных отходов в 3,1 раза превышает таковую у мелких. Наибольшую опасность, с точки зрения образования запаса стволовых вредителей, представляют собой отходы, оставленные на зимних вырубках. Они служат основной кормовой базой для развития елового гравера - опасного стволового вредителя. На второй год после рубки, когда отходы перестают служить базой для развития короедов, гравер переходит на стоящие деревья в стенах леса и подрост, а также мигрирует на вновь образованные рубки. Поэтому своевременная уборка лесосечных отходов, особенно крупных, важная мера санитарной охраны лесов.

Сбор и удаление лесосечных отходов сказываются на урожае лесных ягод. Для черники и брусники удаление отходов не имеет большого значения, а урожай малины уменьшается. Корчевка пней также ведет к уменьшению урожая малины и брусники.

Контрольные вопросы

1. Что такое экологическая система?
2. Какую роль в экологической системе играет лесной фонд?
3. В процессе перегнивания чего образуются удобрения? Где их используют?
4. Объясните принцип, по которому происходит выбор способа очистки лесосеки?
5. Как вы думаете, почему на каменистых и сухих песчаных почвах влияние лесосечных отходов иное? Ответ обоснуйте?

6. ВИДЫ ИЗМЕЛЬЧЕННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СЫРЬЯ

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 - древесные частицы, получаемые в результате измельчения древесного сырья рубительными машинами или специальными режущими устройствами в составе технологических линий. Различают щепу технологическую, зеленую и топливную.

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

Топливная щепа - измельченное древесное 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 размолотом сухих древесных опилок и стружек.

Контрольные вопросы

1. Что такое древесные частицы? Каким способом их получают?
2. Технологическая щепа – это ...?

3. В чем заключается отличие между зеленой и топливной щепой?
4. Какие средние размеры имеет микростружка?
5. Где находит свое применение технологическое сырье ?

7. ЩЕПА КАК ОСНОВА КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕВИСИНЫ

Классификация щепы осуществляется по назначению, гранулометрическому составу, виду используемого древесного сырья и способу его измельчения. По назначению щепа подразделяется на технологическую и топливную. По гранулометрическому составу различают щепу кондиционную, крупной и мелкой фракций. В зависимости от используемого в леспромхозах древесного сырья, его вида и качества различают щепу: из пневокорневой древесины, из сучьев и целых тонкомерных деревьев (зеленая щепа), 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.

Щепа - сыпучий материал. По геометрической форме древесных частиц, их размерам и составу щепа характеризуется как однородный сыпучий материал. Условие однородности такого материала характеризуется коэффициентом неоднородности частиц k_n , который определяется из соотношения

$$k_n = \frac{d_{60}}{d_{10}} \leq 3,$$

где d_{60} - диаметр отверстий сита, через которое просеивается не менее 60% материала; d_{10} - наименьший диаметр отверстий сита через которые просеивается 10% мелких частиц.

Для технологической щепы, где параметру d_{60} соответствуют сита с ячейками 28 мм, а параметру d_{10} - с ячейками 10 мм, коэффициент неоднородности составляет величину $k_n = 2,8$ поэтому щепу относят к однородному сыпучему материалу.

Структура щепы как сыпучего тела является важнейшим фактором, определяющим ее механические свойства. Для щепы характерны связность частиц, их подвижность, смерзаемость, слеживаемость, уплотнение при

статических и динамических воздействиях, сводообразование при истечении из бункеров и силосов. При свободной отсыпке в виде «дождя» частицы щепы образуют конусную кучу с определенным углом при основании. Как материал органического происхождения, щепы гигроскопичны, подвержены поражению микроорганизмами. Подобно другим растительным материалам большая масса щепы обладает способностью саморазогреваться и при определенных условиях самовозгораться. Основными параметрами, характеризующими свойства щепы, являются объемная масса, влажность, коэффициент полндревесности, коэффициент уплотнения, угол естественного откоса, коэффициент внутреннего трения, начальное сопротивление сдвигу, коэффициент трения скольжения о различные поверхности.

Объемная масса щепы характеризует плотность ее укладки и определяется содержанием массы влажной древесины m_w в измеренном объеме $V_{нас}$ щепы. Объемная масса зависит от плотности измельчаемой древесины, влажности сырья, коэффициента полндревесности щепы, а также степени ее уплотнения и фракционного состава.

Плотность древесины, определяемая отношением ее массы к единице объема, характеризуется несколькими показателями, которые взаимосвязаны и определяются ГОСТ 16483.1-73. Различают плотность абсолютно сухой древесины p_0 , плотность влажной древесины p_w и условную плотность $p_{усл}$. В практике учета технологической щепы часто пользуются значением условной плотности, которая определяется отношением массы абсолютно-сухой древесины к ее плотному объему во влажном состоянии $V_{пл}$.

Влажность древесного сырья, измельченного в щепу, в лесозаготовительном производстве обычно составляет 70-90 %.

У свежесрубленной древесины наибольшая влажность наблюдается у заболони 100-120%. Влажность ядра составляет 30-40%. Таким образом, влажность сырья заведомо выше предела гигроскопичности древесины. В этом случае зависимость между различными показателями плотности древесины определяется выражением

$$p_w = p_0 \frac{100 + W}{100} \cdot \frac{100 - 30k_0}{100} = p_{усл} \frac{100 + W}{100},$$

где W - абсолютная влажность древесины, %; k_0 - коэффициент объемной усушки древесины, % на процент влажности. Доля объема щепы, занятого древесиной, определяется коэффициентом полндревесности $k_n^{нас}$ - важнейшей характеристикой в системе учета вырабатываемой технологической щепы. Для свободно насыпанной щепы

$$k_n^{нас} = \frac{V_{пл}}{V_{нас}} = \frac{p_w^{нас}}{p_w} = 0,36.$$

Однако щепу в свободно насыпанном состоянии можно считать лишь в момент отсыпки. Через непродолжительное время под действием статических

нагрузок от собственного веса щепы постепенно самоуплотняется, изменяется ее коэффициент полндревесности. Значительное уплотнение щепы наблюдается под воздействием динамических нагрузок, возникающих, например, при пневмонагрузке или транспортировке. Поэтому коэффициент полндревесности k_n щепы, находящейся в любой степени уплотнения, в общем виде можно выразить следующим образом:

$$k_n = k_n^{нас} \varepsilon$$

где ε - коэффициент уплотнения щепы.

На практике коэффициент уплотнения щепы определяют как отношение начальной высоты слоя свободно отсыпанной щепы к высоте после уплотнения. Для свободно отсыпанной щепы коэффициент уплотнения равен единице. При уплотнении щепы статическим нагружением коэффициент уплотнения достигает значительной величины, равной 1,15-1,47. При хранении щепы в открытых кучах коэффициент ее уплотнения в нижних слоях достигает 1,5. Наибольшее значение коэффициента соответствует нагрузке около 16 Н/см². При пневматической погрузке щепы величина коэффициента уплотнения составляет 1,12-1,36. Она зависит от скорости и концентрации аэросмеси, высоты расположения дефлектора и числа его качаний. При вибрационном уплотнении коэффициент уплотнения достигает величины 1,33-1,49 и тем выше, чем больше амплитуда и частота колебаний.

Контрольные вопросы

1. Что такое щепы? Назовите ее виды?
2. По-какому принципу осуществляется классификация щепы?
3. Какими параметрами характеризуется условие однородности?
4. Какие свойства характерны для щепы?
5. Объясните почему большая масса щепы способна к саморазогреванию?

Как избежать этого явления?

8. ПОДГОТОВКА ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЩЕПЫ

Подготовительные операции проводят до измельчения древесного сырья в рубительных машинах. Наиболее важное значение имеют отбор древесного сырья от раскряжевочных установок, сортировка по породам или породным группам, создание запасов, которые образуют единую систему подачи сырья в цех щепы. К основным подготовительным операциям относят также поперечную распиловку долготы на короты, раскалывание, корку, удаление гнили и гидротермическую обработку древесины. Подготовительные операции наиболее трудоемки и составляют до 75 % всех трудозатрат в производстве щепы.

Породный состав, размерно-качественные характеристики и объемы сырья, пригодного для щепы, весьма изменчивы. Особенно непостоянна на

нижнем складе интенсивность выхода сырья, которая выражается количеством древесины, поступающей в единицу времени от основных потоков в цех щепы. Она зависит не только от случайной изменчивости параметров хлыстов и деревьев. Техническое состояние оборудования поломки и неполадки в его работе, простои, погодные условия, опыт и работоспособность рабочих - все это существенно влияет на интенсивность поступления сырья в цех щепы. Между тем технологическое оборудование цехов щепы рассчитано на равномерное поступление древесного сырья. Поэтому система подачи сырья в цех должна быть спроектирована с учетом неравномерности его выхода от раскряжевочных установок.

Раскряжевка сырья перед цехом щепы требуется не всегда. Круглые лесоматериалы поступают для выработки щепы либо в виде короткомерных сортиментов длиной до 1,2 м либо в долготье. Для раскряжевки долготья на участке подготовки древесного сырья используют автоматические круглые пилы. При больших объемах переработки долготья целесообразно использовать высокопроизводительные слешеры.

Раскалывание древесины - обязательная операция в производстве щепы на нижних складах. На переработку в щепу поступает значительное количество древесного сырья, содержащего стволую или напленную гниль. Чтобы удалить внутреннюю гниль, необходимо обнажить ее поверхность. Другая важная цель раскалывания - калибровка древесного сырья по сечению перед подачей в рубительные машины, которые не всегда рассчитаны на измельчение крупномерной древесины.

Окорка древесного сырья, предназначенного для выработки технологической щепы, может не производиться только в тех случаях, когда щепка поставляется заводам древесностружечных и древесноволокнистых плит, а также гидролизным предприятиям определенного профиля. Щепка для целлюлозно-бумажного производства требует обязательной предварительной окорки древесного сырья и удаления гнили.

Окорка является наиболее дорогостоящей операцией в подготовке древесного сырья. Если степень чистоты окорки не соизмерить с допустимой засоренностью щепы корой, то это обязательно скажется на технико-экономических показателях работы цеха. Необходимая степень окорки поверхности древесного сырья приведена в табл. 8.1 при различных значениях допустимой засоренности корой.

Необходимая степень окорки y (%) для достижения заданной нормы засоренности щепы корой k (%) определяется по формуле

$$y = 100 \left(1 - \frac{k}{k_0} \right),$$

где k_0 - содержание коры в лесоматериалах до окорки, %.

Гидротермическая обработка древесины необходима в производстве технологической щепы для улучшения качества окорки. Как показали исследования, усилие для сдвига коры на ее границе с древесиной начинает

интенсивно возрастать при температуре ниже - 3 °С, а при - 10 °С оно в 3 раза превосходит усилие сдвига при нулевой температуре. Продолжительность окорки мерзлых лесоматериалов увеличивается в 2 - 3 раза. Повышенная хрупкость древесины при низких температурах приводит к увеличению ее потерь в процессе окорки до 20-30%, а при измельчении в щепу - росту в 1,5 раза количества отсева и более быстрому затуплению ножей.

Чтобы повысить производительность окорочного оборудования и снизить потери древесины, сырье необходимо подвергать гидротермической обработке не только в зимнее, но и летнее время. В результате такой обработки подсушенного летом древесного сырья увлажняется и набухает камбиальный слой, уменьшаются силы сцепления коры и древесины, что существенно облегчает процесс окорки. В зимнее время гидротермической обработкой можно разморозить древесину и улучшить условия окорки и измельчения в щепу. Для улучшения процесса окорки достаточно повысить температуру на границе коры и древесины до - 4°С.

Таблица 5

Степень окорки поверхности древесного сырья

Порода	Чистота окорки лесоматериалов, при допустимой засоренности щепы корой, <i>k</i>						
	0.5	1.0	2,0	2,5	3,0	4,0	5.0
Осина	96,2	92,3	88,5	84,6	80,7	76,9	61,6
Береза	96,3	92,6	88,9	85,2	81,5	77,9	63,2
Ель	94,3	88,5	82,7	77,0	71,2	65,5	42,6
Пихта	96,1	92,3	88,5	84,7	80,8	77,0	61,8
Сосна	95,8	91,7	87,5	83,4	79,4	75,2	58,7
Лиственница	97,8	95,6	93,4	91,2	89,0	86,9	78,2

Контрольные вопросы

1. Что такое подготовительные операции?
2. Какие факторы оказывает существенное влияние на производительность цеха технологической щепы?
3. Какая основная цель операции раскалывание?
4. По какой формуле можно определить необходимую степень окорки?
5. Для чего необходима гидротермическая обработка древесины?

9. ОКОРКА И ГИДРОТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ

9.1. Окорочные барабаны, конструкция, устройство и основные параметры.

Оборудование для окорки древесного сырья в производстве технологической щепы должно удовлетворять следующим требованиям:

- осуществлять чистую окорку лесоматериалов с наименьшими потерями древесины;
- окорять сырье различного гидротермического состояния - сухое, влажное, мерзлое;
- обрабатывать лесоматериалы различной формы и размеров с кривизной, остатками сучьев и закомельностью.

В производстве технологической щепы в леспромхозах наибольшее распространение получила групповая окорка лесоматериалов в окорочных барабанах и поштучная окорка в роторных станках. В окорочных барабанах осуществляется фрикционная окорка, в процессе которой кора удаляется благодаря взаимному соударению и трению лесоматериалов. Основное преимущество фрикционного способа - возможность окорки короткомерных круглых или колотых лесоматериалов при беспорядочной загрузке. Принцип действия окорочного барабана можно пояснить по схеме, изображенной на рис. 9.1, а. Полный металлический цилиндр, расположенный горизонтально, загружают короткомерными лесоматериалами, которые образуют сегмент заполнения с центральным углом 2α . При вращении барабана сегмент поворачивается на некоторый угол динамического откоса β . при котором лесоматериалы достигают наивысшей точки подъема и обрушиваются вниз по поверхности сегмента. Величина центрального угла сегмента определяется степенью заполнения сырьем окорочного барабана.

В реальных условиях в барабане происходит обрушение не одного отдельного чурака, а сразу нескольких, которые в совокупности образуют клин обрушения (он заштрихован на рис. 2, а). Формирование клина происходит при некотором приращении динамического угла откоса. После начала вращения через некоторое время процесс движения лесоматериалов в барабане

устанавливается в определенном режиме. При этом в сегменте заполнения образуется два движущихся навстречу друг другу потока окоряемого сырья. В нижнем слое сегмента, в зоне подъема лесоматериалы, прижатые к обечайке. Общей массой древесины и центробежной силой, поднимаются вверх. В верхнем слое сегмента, в зоне обрушения лесоматериалы постоянно перемещаются вниз. При встречном перемещении двух потоков лесоматериалов в средней зоне сегмента возникают мощные тангенциальные силы трения, которые обуславливают значительные сдвиговые деформации коры и ее истирание. Наряду со сдвигом, кора подвергается воздействию других деформаций, величина и характер которых, как видно из рис. 2, б, неодинаковы в разных зонах сегмента заполнения. В зоне подъема наблюдается статическое сжатие, в зоне обрушения кора подвергается воздействию ударных нагрузок.

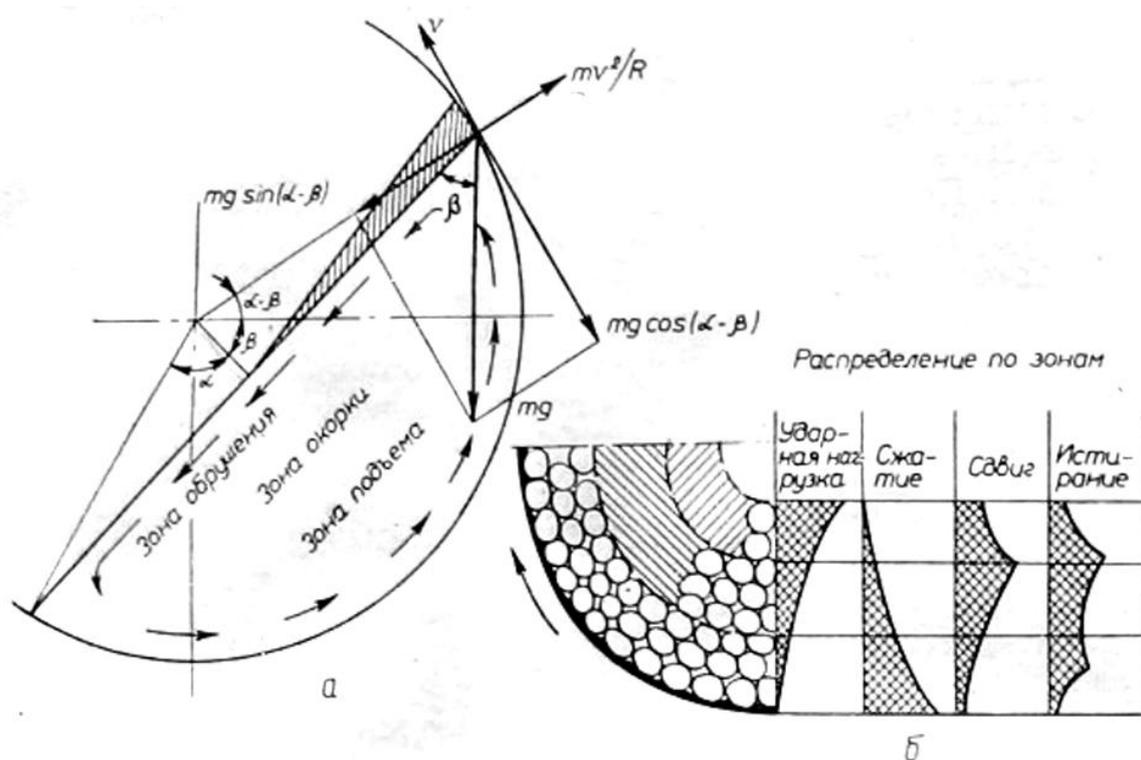


Рис. 2 Схема поперечного движения лесоматериалов в окорочном барабане (а) и ориентировочное распределение деформаций по зонам окоряемой массы сырья (б)

Эффективность трения лесоматериалов в зоне окорки зависит от многих факторов. Наиболее существенно сказывается влияние коэффициента трения, размеров, формы и состояния окоряемых лесоматериалов, степени заполнения барабана сырьем и скорость его вращения.

Коэффициент трения лесоматериалов, который характеризует абразивные свойства коры, изменяется в широких пределах. Он зависит не только от состояния поверхности коры, но и от ее влажности, степени контактного давления лесоматериалов и их взаимного расположения при трении. Наибольшим коэффициентом трения, равным 0,6-0,8, обладают неокоренные

лесоматериалы хвойных пород. У лиственных пород он в 1,5 раза меньше и составляет 0,4-0,6. Смачивание поверхности лесоматериалов водой способствует смазке трущихся поверхностей, в результате чего коэффициент трения снижается на 20 %.

Из-за низкого коэффициента трения наибольшие трудности вызывает окорка березы. Наличие бересты с гладкой поверхностью не обеспечивает необходимых сдвиговых деформаций, препятствует истиранию коры. Чтобы повысить производительность фракционной окорки, березовые лесоматериалы подвергают предварительной грубой окорке в роторных станках либо обрабатывают их вместе с хвойной древесиной. Примесь березовых чураков в объеме 30-40% повышает производительность барабана на 17-25% и улучшает условия окорки хвойной древесины. При этом степень чистоты «корки березовых чураков достигает 70-78 %.

Величина коэффициента трения несколько увеличивается при повышении контактного давления в зоне взаимодействия лесоматериалов до 0,3- 0,5 МПа, однако при дальнейшем повышении давления коэффициент трения не изменяется. В процессе фрикционной окорки коэффициент трения непостоянен. По мере удаления коры его величина возрастает и достигает наибольшего значения при окорке лесоматериалов па 40-60 %. После удаления 60 % коры коэффициент трения начинает резко снижаться. Когда степень чистоты окорки достигает 85-90 %, величина коэффициента трения принимает столь низкие значения, что лесоматериалы начинают скользить относительно друг друга практически без окорки.

Режим трения окоряемых лесоматериалов зависит от степени их взаимодействия при вращении барабанов. Экспериментально установлено, что наилучшие условия для перемешивания наблюдаются при отношении диаметра барабана к длине лесоматериалов равном 2,5-3. При этом большая часть окоряемого сырья взаимодействует в зоне обрушения при угле встречи 45-90°. Для используемых в лесозаготовительной промышленности окорочных барабанов диаметром 3 м наиболее выгодна длина окоряемых лесоматериалов в пределах 0,8-1,2 м. Угол встречи лесоматериалов 45-90° благоприятно сказывается при окорке короткомерного сырья с кривизной, овальной или ребристой закомелистостью, с плохо зачищенными сучками. При этих же значениях угла встречи кора взаимодействующих лесоматериалов имеет наименьший предел прочности на скалывание и наибольшее значение коэффициента трения. Диаметр лесоматериалов также оказывает влияние на процесс фрикционной окорки. Наблюдения показали, что окорка тонкомерного сырья происходит лучше. Поверхность взаимного контакта лесоматериалов тем больше, чем меньше диаметр сырья, что сказывается благоприятно на режиме трения.

Чтобы обеспечить интенсивную окорку лесоматериалов, необходимо установить определенный режим загрузки барабана радиусом R и наиболее выгодную скорость его вращения v . Лесоматериал с массой m (рис. 2,а), достигнув верхней точки подъема в сегменте заполнения, находится под действием силы тяжести mg и центробежной силы mv^2/R . При малой скорости

вращения барабана лесоматериалы из верхней мертвой точки будут скатываться вниз по поверхности сегмента заполнения. При $mg\sin(\alpha+\beta) > mv^2/R$ наблюдается интенсивная окорка сырья. При увеличении скорости вращения, когда составляющая силы тяжести $mg\sin(\alpha+\beta)$ существенно приблизится или сравняется с центробежной силой mv^2/R , лесоматериал отрывается от сегмента заполнения по касательной, описывая параболическую траекторию. Тогда установившийся процесс движения лесоматериалов нарушается, между ними существенно ослабляются контактные взаимодействия и силы трения. Наблюдается простое перемешивание коротья без окорки. Частота вращения барабана, при которой этот процесс наблюдается, называется критической:

$$mv_{кр}^2/R = mg \sin(\alpha - \beta), v_{кр} = \sqrt{Rg \sin(\alpha - \beta)}.$$

При частоте вращения барабана $n = 30/\pi = \sqrt{g \sin(\alpha - \beta)/R}$ выше критической лесоматериалы прижимаются центробежной силой к обечайке корпуса и вращаются синхронно с барабаном. Рабочая частота вращения барабана составляет 40-65 % критической и зависит от его диаметра и степени заполнения сырьем.

Коэффициент заполнения, который определяется отношением объемов барабана и находящейся в нем древесины, является одним из наиболее важных параметров. Как малое, так и чрезмерное заполнение объема барабана древесиной ухудшает процесс окорки. Наиболее выгодные условия обеспечиваются при коэффициенте заполнения барабана равном 0,6. Однако степень заполнения барабана рекомендуется различной при изменении частоты вращения. Для используемых на нижних складах барабанов коэффициент заполнения при частоте 10 мин⁻¹ рекомендуется 0,50-0,55. При 15 мин⁻¹ коэффициент возрастает до 0,60-0,65, а при 20 мин⁻¹ - до 0,80.

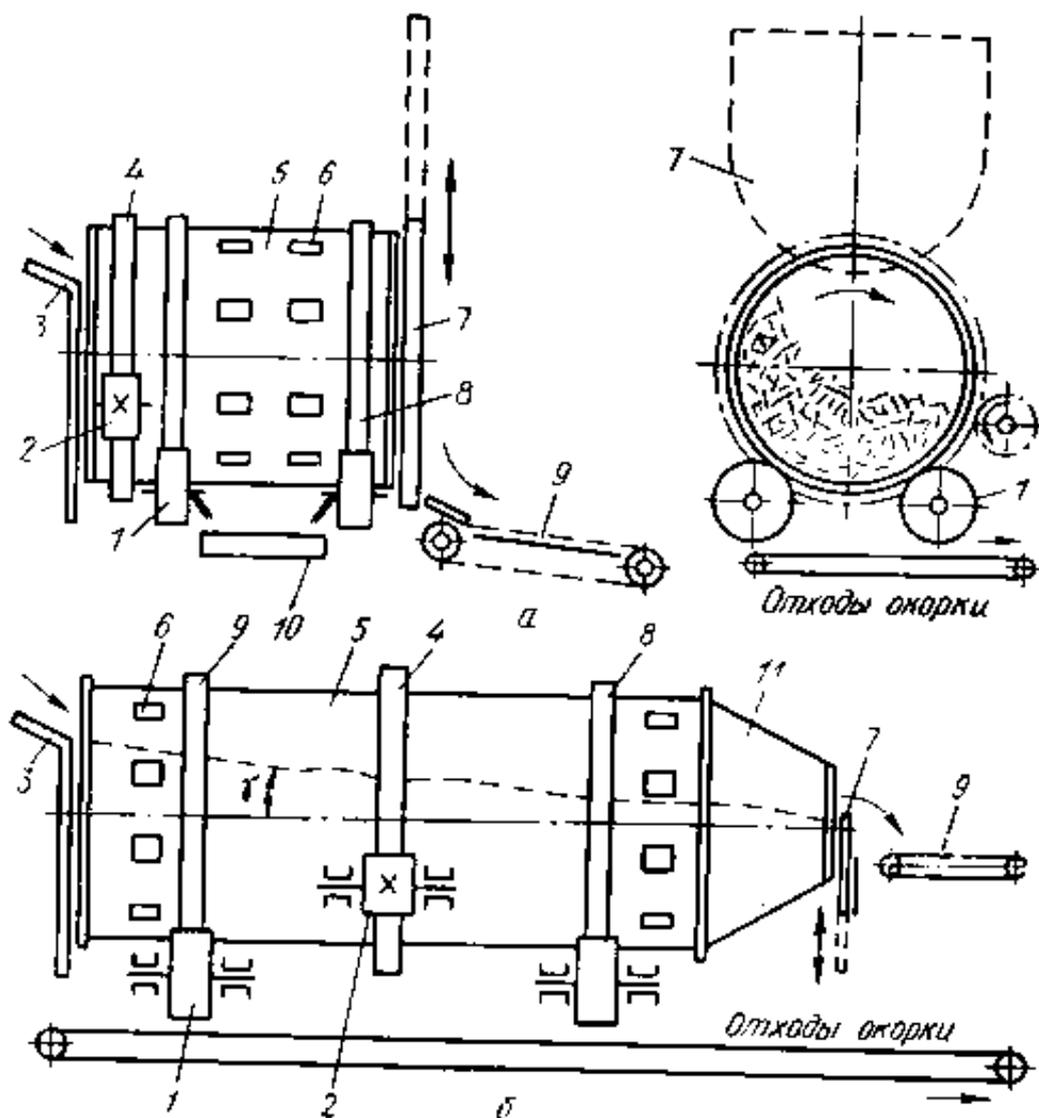


Рис. 3. Устройство окорочных барабанов периодического и непрерывного действия

По режиму работы различают окорочные барабаны периодического и непрерывного действия. Основным отличительным признаком окорочных барабанов периодического действия - сравнительно малая длина L , которая равна диаметру D или несколько выше его, но не более чем в 1,5-2,0 раза. У окорочных барабанов непрерывного действия отношение L/D должно быть не менее 2,5, а у некоторых конструкций достигает 5-6.

Устройство окорочных барабанов периодического и непрерывного действия идентично (рис. 3). Окорочный барабан любой конструкции состоит из полого цилиндра, привода, загрузочного и выгрузочного устройства. Обечайка 5 выполняется из листовой стали и имеет ряд прорезей - окон 6, через которые отходы окорки ссыпаются на выносной конвейер 10, располагаемый в лотке под барабаном. Бандажными кольцами 8 барабан опирается на ролики 1, ширина которых в 1,25-1,50 раза больше ширины бандажа. Опорные ролики для сохранности бандажа выполняются из материала меньшей твердости. Вращательное движение барабана осуществляется электродвигателем. Время загрузки окорочных барабанов периодического действия в леспромхозах

довольно значительно и колеблется от 16 до 47 мин, время выгрузки сырья составляет 21-30 мин. Суммарное время загрузки и выгрузки примерно равно продолжительности процесса окорки.

В окорочных барабанах непрерывного действия процесс загрузки и выгрузки сырья происходит без остановки. Выходное отверстие таких барабанов (рис. 3, б) выполняется в виде усеченного конуса 11, часть которого перекрыта шибером 7. Поднимая или опуская шибер, можно регулировать степень заполнения барабана сырьем и изменять продолжительность окорки. Количество древесины, находящейся в окорочном барабане, распределяется неравномерно по его длине. В зоне загрузки сырья всегда больше, чем в зоне выгрузочного конуса.

На нижних складах получили распространение барабаны периодического действия типа БОМП-3 для сухой окорки, более совершенной конструкции КБ-3, непрерывного действия - односекционный КБ-6 и двухсекционный КБ-12.

На внутренней поверхности обечайки барабанов устанавливаются ножи для надрезания коры, что увеличивает коэффициент трения окоряемых лесоматериалов и сокращает время окорки. Конструкция ножей для окорочных барабанов показана на рис. 4. Большинство ножей выполняется в виде зубчатых пластин прямоугольной (а), трапецидальной (д) или треугольной (б, е) формы с Н-образным или перекрестным расположением (е, в, г). Реже встречаются ножи с изогнутыми пластинами и рифленным роликом (ж). Недостатком пластинчатых ножей является возможность повреждения и даже скалывания кусков древесины при ударе о них лесоматериалов. Поэтому более эффективно применение сегментных ножей (з), хорошо надрезающих кору, но почти не повреждающих древесину.

Установкой коронадрезающих ножей по винтовой линии, под острым углом к ней достигается также более интенсивное перемешивание лесоматериалов в барабане и сокращение продолжительности окорки. Рекомендуется размещать ножи по винтовой линии с шагом, уменьшающимся к выгрузочному концу.

Рост производительности в 1,3-1,5 раза наблюдается при увеличении рабочей частоты вращения до $0,8 n_{кр}$, что соответствует 16-20 мин⁻¹.

Интенсификацию процесса окорки при увеличении частоты вращения барабана можно объяснить перераспределением масс лесоматериалов в движущихся встречных потоках. При малой скорости вращения их масса в зоне обрушения значительно меньше, чем в среднем слое и зоне подъема. Эта масса тем меньше, чем ниже частота вращения барабана. Благодаря увеличению скорости подъема с увеличением частоты вращения возрастает и количество лесоматериалов, выносимых из зоны подъема в зону обрушения. Масса древесины в нижнем слое снижается, а скорость ее перемещения в зоне обрушения, обусловленная силой тяжести лесоматериалов, практически не изменяется. Возросшее в зоне обрушения число лесоматериалов заметно увеличивает массу древесины в верхнем слое сегмента заполнения. В результате возрастают контактные напряжения в среднем слое, увеличиваются силы трения и сдвиговые деформации коры.

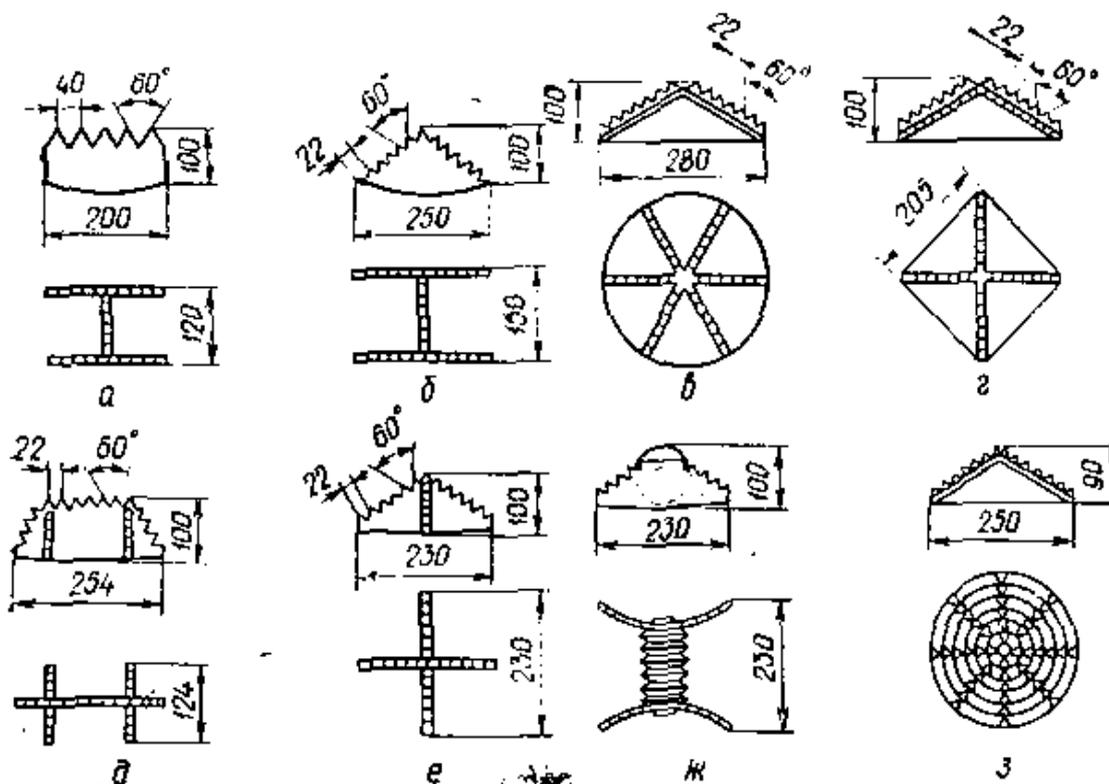


Рис. 4. Ножи для окорочных барабанов

Окорочные барабаны имеют ряд недостатков, среди которых следует выделить значительную металлоемкость, высокий уровень шума, загрязнение пылью помещения цеха, недостаточную скорость выноса отходов окорки из внутренней полости, низкую производительность, невысокое качество окорки и значительные потери древесины при отрицательных температурах.

9.2. Гидротермическая подготовка, способы увлажнения, размораживания и оттаивания.

Под гидротермической обработкой древесного сырья понимают процессы воздействия на него тепла, влажного газа или воды для изменения температуры и влажности древесины до значений, при которых технология ее переработки позволяет получить качественную продукцию при наибольшей производительности оборудования и наименьших энергозатратах. При выработке технологической щепы гидротермическая подготовка древесного сырья должна обеспечить:

- улучшение качества окорки мерзлой древесины размораживанием, т. е. повышением температуры древесины в зоне камбиального слоя до -4°C ;
- улучшение качества окорки сухой древесины увлажнением коры до влажности более 43 %;
- улучшение качества щепы снижением содержания мелкой фракции и спичек полным или частичным оттаиванием мерзлой древесины до температуры $1-2^{\circ}\text{C}$.

Технологические цели гидротермической обработки древесного сырья различны. При окорке требуется снижение прочности сцепления коры с древесиной, при измельчении в щепу - снижение твердости и прочности древесины.

Контрольные вопросы

1. Какие требования предъявляются к оборудованию для окорки древесного сырья?
2. Что такое групповая окорка лесоматериалов?
3. Какие факторы влияют на величину коэффициента трения в барабане?
4. Что такое коэффициент заполнения?
5. Какой тип окорочного барабана предпочтительней? Обоснуйте выбор?

10. ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ В ЩЕПУ

10.1 ВИДЫ РУБИЛЬНЫХ МАШИН

Щепа вырабатывается на рубильных машинах различного исполнения, которые можно классифицировать по следующим критериям:

- отрасли применения – лесозаготовки, лесопиление, деревообработка и мебельное производство, плитные и целлюлозно-бумажные производства, утилизация отходов;
- типу рабочего органа машины – дисковые, барабанные (барабанные машины могут быть ножевые, резцовые или молотковые) и роторные (так называемые шредеры);
- мобильности – стационарные или мобильные машины.

Сегодня как отечественные, так и зарубежные производители могут предложить измельчающие машины для переработки в щепу круглых и колотых лесоматериалов, низкокачественной древесины, отходов лесопиления и деревообработки, лесосечных отходов и древесного лома

Дисковые машины производят щепу высокого качества, которая является сырьем для целлюлозно-бумажной промышленности, плитного производства и др. Рабочий орган у таких машин выполнен в виде диска. Барабанные рубильные машины используются в основном для измельчения сучьев и кусковых отходов. Их рабочий орган выполнен в виде цельнометаллического или полого барабана. Полученная с их помощью щепа, как правило, используется в плитном производстве, в котельных установках и гидролизном производстве.

Роторные измельчители больше пригодны для измельчения древесного утиля (поддонов, деревянной тары, кабельных барабанов, шпал, старой мебели и пр.) на топливную щепу. В зависимости от назначения машины и ее мощности шредеры оснащаются роторами различной конструкции, диаметром от 250 до 1100 мм и имеют ширину до 5 м. Измельчение происходит между ножами ротора, вращающегося навстречу материалу, и ножами, закрепленными

на станине.

По виду резания рубильные машины бывают ножевые (открытый вид резания) и резцовые (полузакрытый вид резания). В дисковых рубильных машинах резание древесины происходит под углом к волокнам древесины и осуществляется между ножами, установленными на ножевом диске и контрножом, установленным на приемном патроне (патрубке). Здесь длина щепы определяется величиной выступа ножей на ножевом диске – ее можно изменять в небольших пределах. Режущие ножи могут быть размещены радиально или под углом к радиусу диска; такие ножи называют геликоидальными (считается, что геликоидальные ножи лучше затягивают древесину). У многих барабанных машин режущий нож является составным и состоит из резцов. Многорезцовые машины выполняют с односпиральным или многоспиральным расположением резцов на рабочем органе. Резцы могут на нем также располагаться в шахматном порядке или ступенчато.

По способу загрузки сырья рубильные машины бывают с принудительной и гравитационной подачей. Принудительная подача сырья, как правило, горизонтальная, осуществляется специальным механизмом подачи (вальцовым, гусеничным, роликовым) или конвейером. Она рекомендуется для измельчения длиномерного сырья и лесосечных отходов. Гравитационная (наклонная) подача, при которой сырье в зону резания перемещается под действием силы тяжести, предназначена для короткомера и мелких кустовых отходов.

Удаление щепы в барабанных рубильных машинах в большинстве случаев производится вниз на выносной конвейер или систему пневмотранспорта. Дисковые рубильные машины бывают с верхним и нижним способом выброса щепы. Машины с верхним выбросом проще, экономичнее и наиболее пригодны для передвижного исполнения. При этом, однако, требуется дополнительная энергия на процесс удаления щепы в бункер, циклон или в автощеповоз (до 20 %).

Максимальные размеры измельченного сырья ограничены размерами загрузочного патрона (патронов) и установленной мощностью двигателя. Барабанные машины обычно имеют большое проходное сечение (до 1000х1600 мм), что позволяет перерабатывать в щепу крупномерный материал, однако качество получаемых частиц ниже, чем в дисковых машинах. При этом длина частиц увеличивается с нарастанием скорости подачи материала и уменьшается с повышением частоты вращения барабана и увеличением количества ножей на нем. Для стабилизации фракционного состава щепы механизм резания оснащается перфорированным поддоном (ситом), размер отверстий которого определяется назначением машины и требованиями к продукту.

Стационарные рубильные машины монтируются на фундамент, являющийся несущей конструкцией оборудования. Новые типы рубильных машин (многорезцовые, специальные ножевые) относятся к оборудованию с малодинамичными нагрузками. Это позволяет выполнять фундаменты меньших объемов, упрощенной конструкции и с незначительным армированием.

Многорезцовые рубильные машины являются более перспективными.

Древесина в них перерезается не одновременно по всему сечению, как в ножевых машинах, а постепенно – полосками малой ширины, равными длине режущей кромки резца. Это позволяет по сравнению с ножевыми машинами в 5–10 раз уменьшить мощность привода, а для дисковых – в 2–3 раза толщину диска. Они также обеспечивают более высокую однородность размеров а, следовательно, и лучшее качество щепы, но менее производительны.

Обеспечение стабильности размеров и формы щепы сегодня является одной из важнейших задач при проектировании и эксплуатации рубильных машин. Наиболее остро эта проблема относится к мобильным машинам и установкам, работающим в лесу. Рубильный модуль у них может монтироваться на раме полуприцепа, прицепа, трактора, автомобиля. Он может иметь собственную силовую энергоустановку.

Передвижные рубильные установки типа Амкодор 2902 (рис.6). Она предназначена для переработки целых деревьев и отходов лесозаготовок на технологическую щепу.

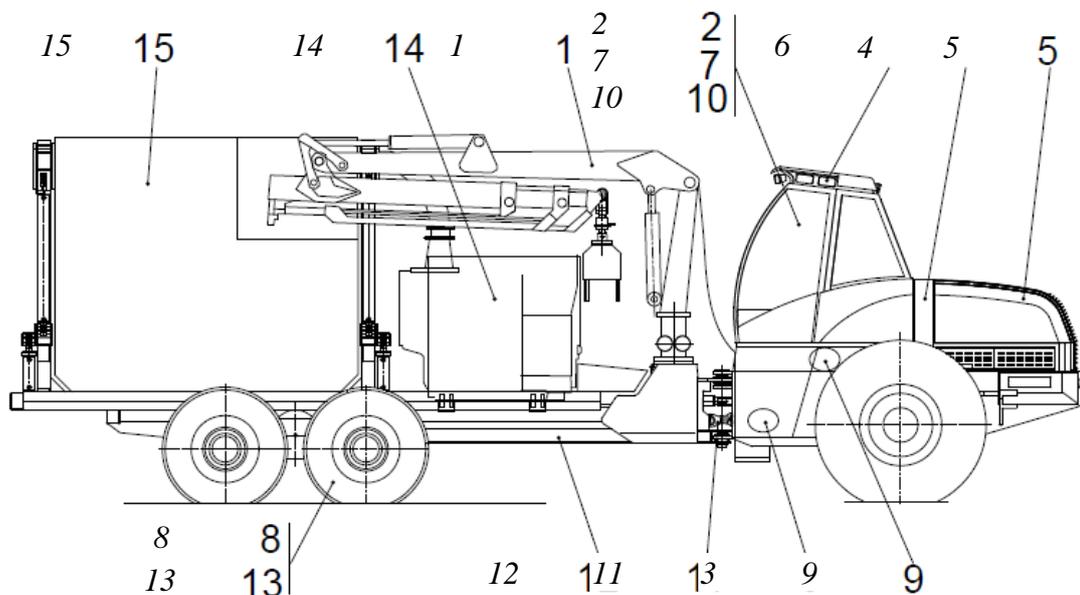


Рис.6. Рубильная машина Амкодор 2902: 1 – манипулятор; 2 – кабина; 3 – гидромеханическая передача; 4 – силовая установка; 5 – облицовка; 6 – электросистема; 7 – гидросистема рулевого управления; 8 – гидросистема тормозов; 9 – гидросистема подъема кабины; 10 – органы управления; 11 – карданные валы; 12 – рама; 13 – мосты и колеса; 14 – рубильный модуль; 15 – бункер

Самоходная рубильная установка Амкодор 2902 предназначена для переработки тонкомерных деревьев и вершин на технологическую щепу. Базовой машиной установки Амкодор 2902 является трактор мощностью 132 кВт, на раме которого смонтирована рубильная машина с резовым барабаном, опрокидывающийся контейнер для щепы вместимостью 16 м³. Подача сырья из

штабеля в патрон рубильной машины обеспечивается гидроманипулятором с грейфером, установленными на тракторе.

Наличие контейнера и достаточно высокая проходимость базовой машины позволяют использовать установку для автономной работы (без щеповоза) непосредственно на лесосеке или в лесу при рубках ухода за лесом в условиях малой концентрации сырья.

Рубильные установки моделей *MP-25*, *MP-40* и *MP-100* относятся к установкам прицепного типа. Рубильная машина смонтирована на отдельном одноосном полуприцепе и соединена с базовой машиной через сцепное устройство. Привод рубильной машины осуществляется от вала отбора мощности трактора через карданный вал или от автономного двигателя. Загрузка сырья в патрон рубильной машины производится гидроманипулятором, который установлен на раме полуприцепа.

В практике лесозаготовок чаще встречаются следующие схемы производства щепы: на лесосеке; на промежуточном складе (терминале); на лесном складе; у потребителя. Примеры некоторых технологических схем производства щепы представлены на рис.7.

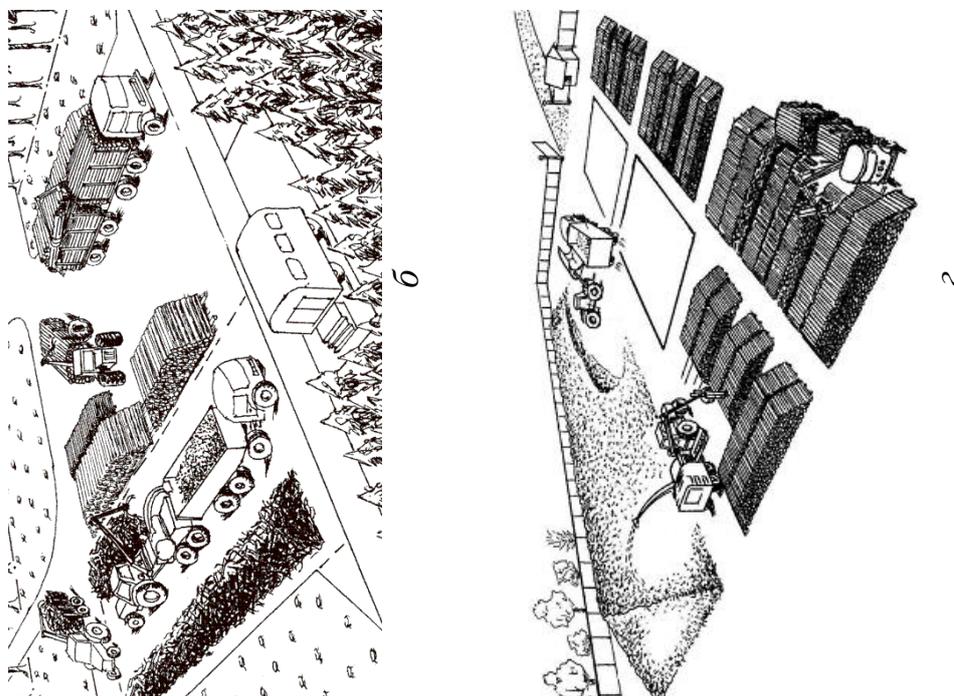
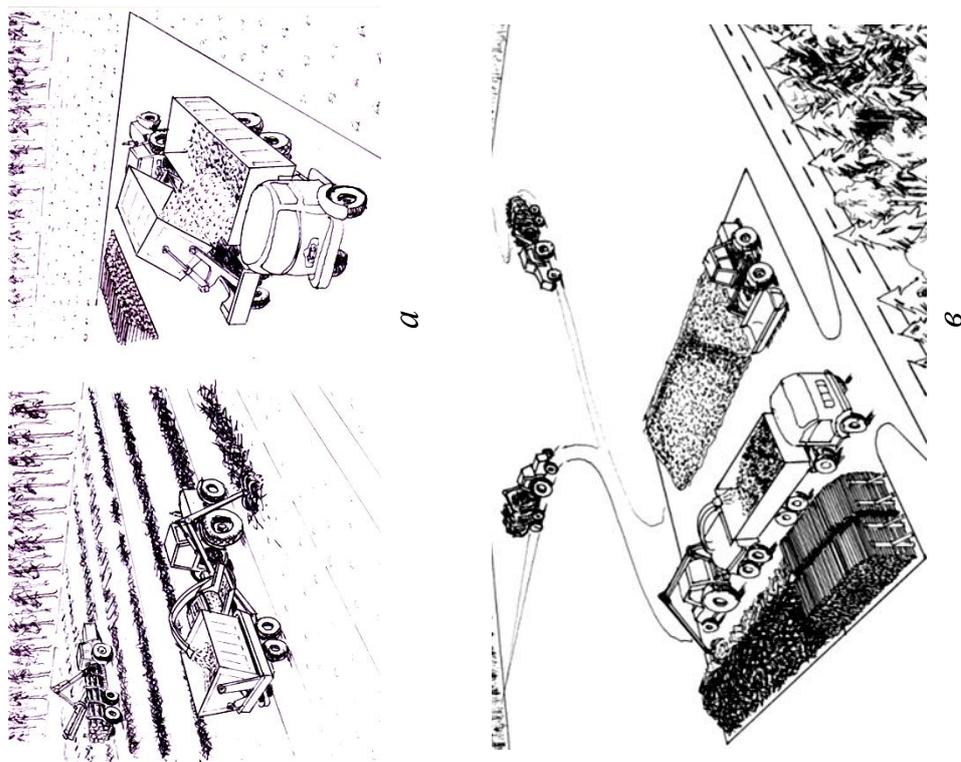


Рис.7. Технологические схемы производства щепы: *а* – на лесосеке; *б* – на промежуточном



При измельчении лесосечных отходов и низкокачественной древесины на лесосеке по одному из вариантов рубильная машина, оснащенная бункером, перемещается по волокам и измельчает сырье, оставшееся после вывозки деловой древесины, на топливную щепу. Заполнив бункер щепой она движется на погрузочный пункт, где перегрузив ее в кузов автощеповоза опять возвращается на делянку, рис. 7а. По второму варианту порубочные остатки собираются погрузочно-транспортной машиной или специальным подборщиком и доставляются на погрузочный пункт. Там они рубильной машиной измельчаются на топливную или зеленую щепу и загружаются в щеповоз, рис.7, б. При разработке малых по площади и запасу сырья лесосек в целях концентрации лесосечных отходов, их просушки в штабелях и создании фронта для высокопроизводительной работы рубильных машин они могут свозиться с нескольких лесосек на промежуточные склады, расположенные у дорог круглогодочного действия, рис.7, в.

Пример работы мобильных рубильных машин на складе или у потребителя показан на рис.7, в, г. В данном случае рубильная машина перемещаясь вдоль штабеля сырья измельчает его и формирует кучи щепы на земле или отгружает ее в кузов щеповоза. Схема дает возможность менять места формирования штабелей сырья и куч щепы, управлять сроками их хранения, рационально использовать территорию склада.

10.2. Классификация и устройство оборудования для выработки щепы.

Устройство барабанных рубительных машин, которые широко применяют для выработки щепы, стружки и дробленки из различных отходов, показано на рис.8. Рабочим органом таких машин является вращающийся ротор в виде полого ножевого барабана (рис.8, а). На его поверхности по образующей, параллельной продольной оси, закреплены ножи 1. Измельчаемая древесина подается через загрузочный патрон 4, в основании которого закреплены контрножи 3. При вращении барабана лезвия ножей, выступающих над ним, отрезают слой древесины, который распадается на отдельные частицы. Далее щепа сквозь подножевые щели 2 поступает, внутрь барабана, откуда через открытый торец удаляется вентилятором.

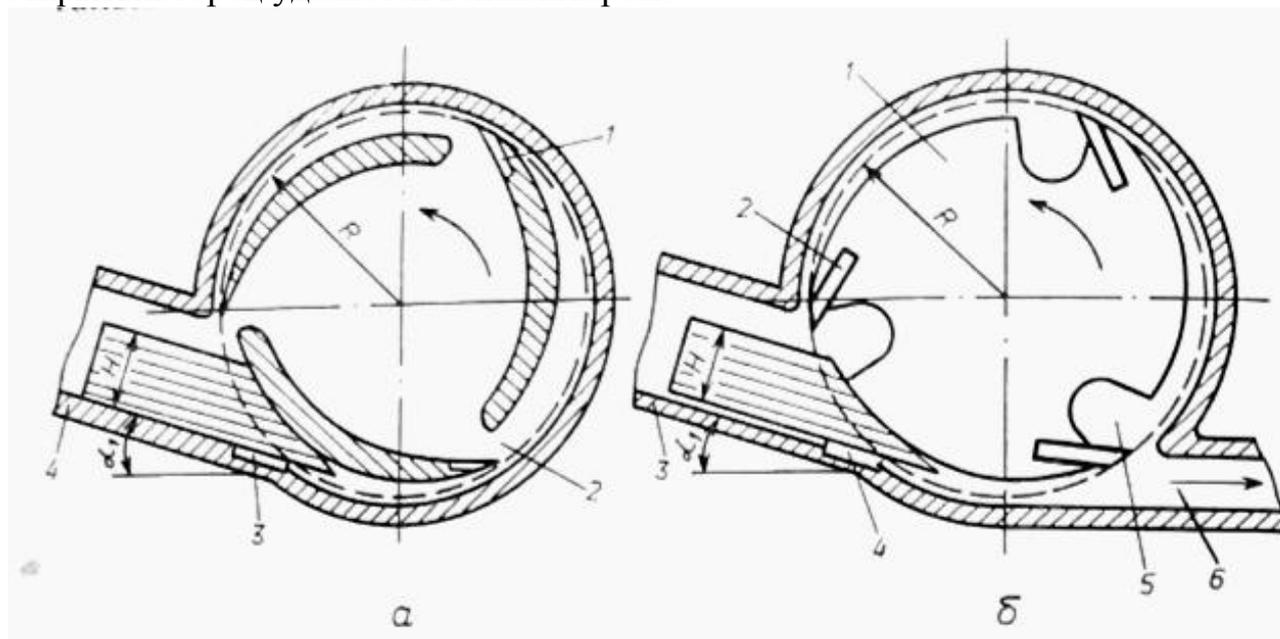


Рис.8. Барабанные рубительные машины: а — с полым ротором, б — с цельным ротором

Другая конструкция барабанной рубительной машины дана на рис.8, б (здесь 3 — патрон, 4 — контрножи). В качестве рабочего органа здесь служит цельный массивный ротор 1, под ножами 2 которого имеются пазухи 5, где собирается щепа при отрезании одного слоя древесины. С подходом к выгрузочному патрубку 6 щепа выбрасывается в него под действием центробежных сил. В таких машинах применяют иногда ситовые вкладыши, которые устанавливают в нижней половине барабана для перекрытия сечения выходного патрубка. Ситовые вкладыши позволяют дополнительно измельчать крупные частицы.

Классификация барабанных рубительных машин осуществляется по конструктивным признакам (рис. 9). По типу рабочего органа различают машины с полым (а, в) или цельным (б) барабаном цилиндрической (г) или конической (д, е) формы. Ножи могут располагаться по образующей барабана лезвиями, обращенными к наружной (з) или внутренней (ж) поверхности. Соответственно расположению ножей осуществляется внешний или

внутренний подвод сырья. Лезвия ножей могут быть сплошными или прерывистыми — в виде гребенки.

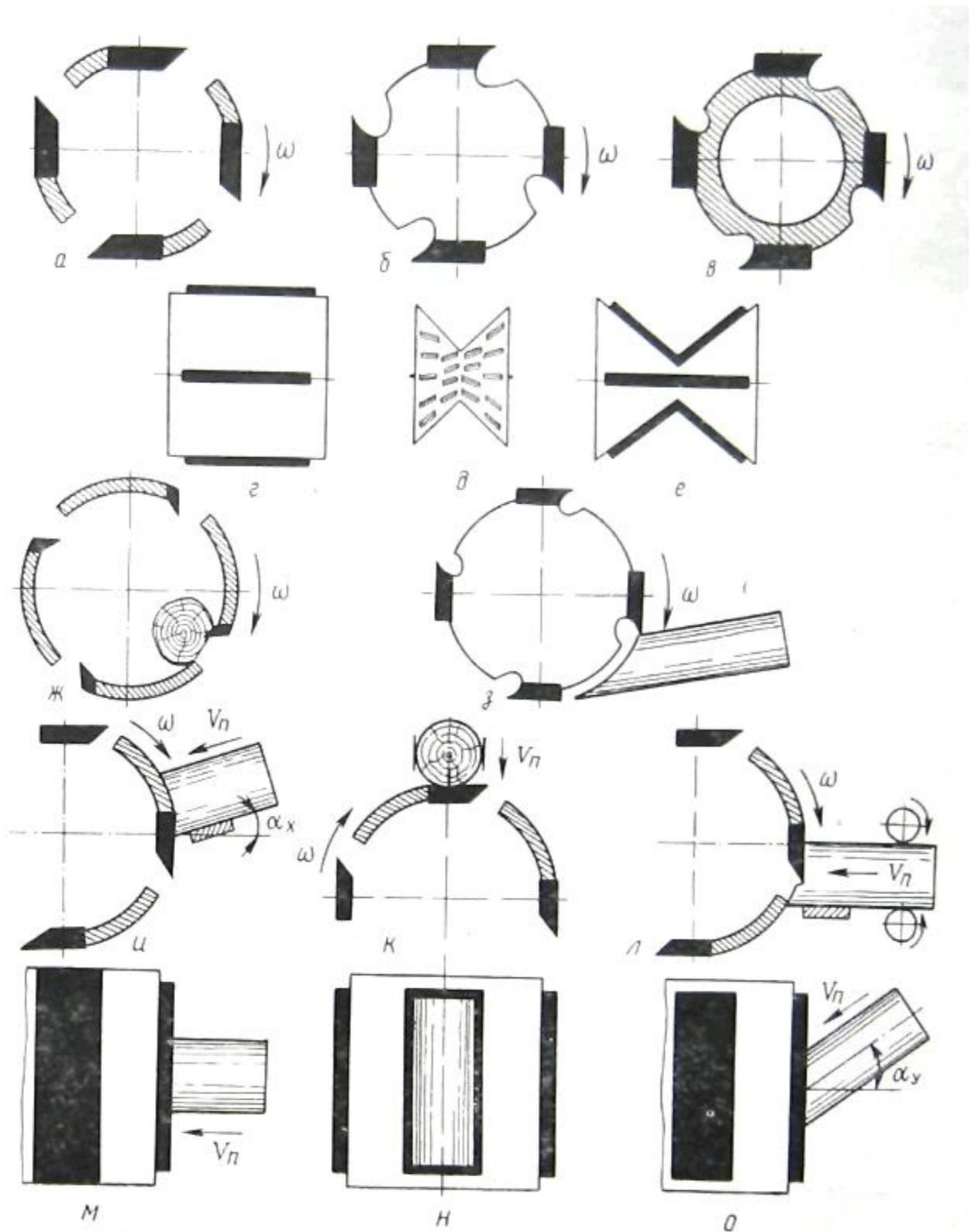


Рис 9 Классификация барабанных рубительных машин

Барабанные рубительные машины изготавливают с гравитационной (и, к) или принудительной (л) подачей. Загрузочный патрон машин с принудительной подачей снабжен вальцами.

10.3. Фрезерно-брусующие и фрезернопильные линии.

Основное назначение фрезерно-брусующих станков - изготовление бруса фрезерованием горбыльной части бревна. Стружка, образуемая при фрезеровании, может иметь заданные размеры, соответствующие требованиям стандарта на технологическую щепу. Получение бруса и товарной щепы за один проход бревна, механизация и автоматизация всех работ обеспечивают высокую экономическую эффективность фрезерно-брусующих станков. Важнейшим их преимуществом является возможность переработки тонкомерных сортиментов диаметром от 6 до 14 см, благодаря чему можно существенно пополнить ресурсы пиловочного сырья.

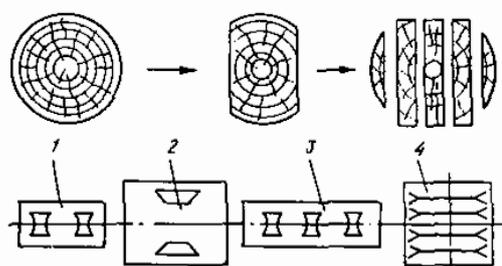


Рис 10. Схема фрезерно-брусующего станка.

Устройство фрезерно-брусующих станков показано на рис. 10.. Станки состоят из механизмов подачи и ориентации бревен 1 и бруса 3, фрезерно-брусующего 2 и многопильного 4 модулей. Такие модули имеют собственные механизмы подачи, элементы базирования

бревна и приводы. Модули могут быть смонтированы на одной станине и иметь общий механизм подачи. Такие станки называют агрегатными. Если модули автономно расположены в технологической последовательности и конструктивно не соединены друг с другом, они образуют фрезерно-брусующие или фрезерно-пильные линии.

Фрезерно-брусующие станки работают следующим образом: круглые лесоматериалы поштучно поступают в механизм 1 для ориентации и подачи бревен. Фрезерно-брусующий модуль 2 перерабатывает в щепу горбыльную часть бревна, которое жестко зафиксировано и перемещается относительно вращающихся фрез с постоянной скоростью. Это обеспечивает одновременное получение щепы и бруса. После фрезерования брус подается центрирующим рольгангом 3 в многопильный модуль 4, где распиливается на обрезные доски. В отдельных случаях фрезерно-брусующие модули могут быть установлены перед лесопильными рамами.

В настоящее время широкое распространение получили станки для обработки бревен диаметром от 6 до 30 см, хотя конические фрезерные модули позволяют переработать бревна и более значительных диаметров. В балансе перерабатываемого сырья щепы составляет 40-44 %, пиломатериалы от 40 до 50 % и опилки 10-12 %.

Классификация оборудования для одновременного получения

пиломатериалов и щепы путем фрезерования древесины осуществляется по технологическим и конструктивным признакам. В зависимости от реализуемой структурно-технологической схемы переработки сырья различают: фрезерно-брусующие линии, фрезерно-пильные линии, фрезерно-обрезные станки,

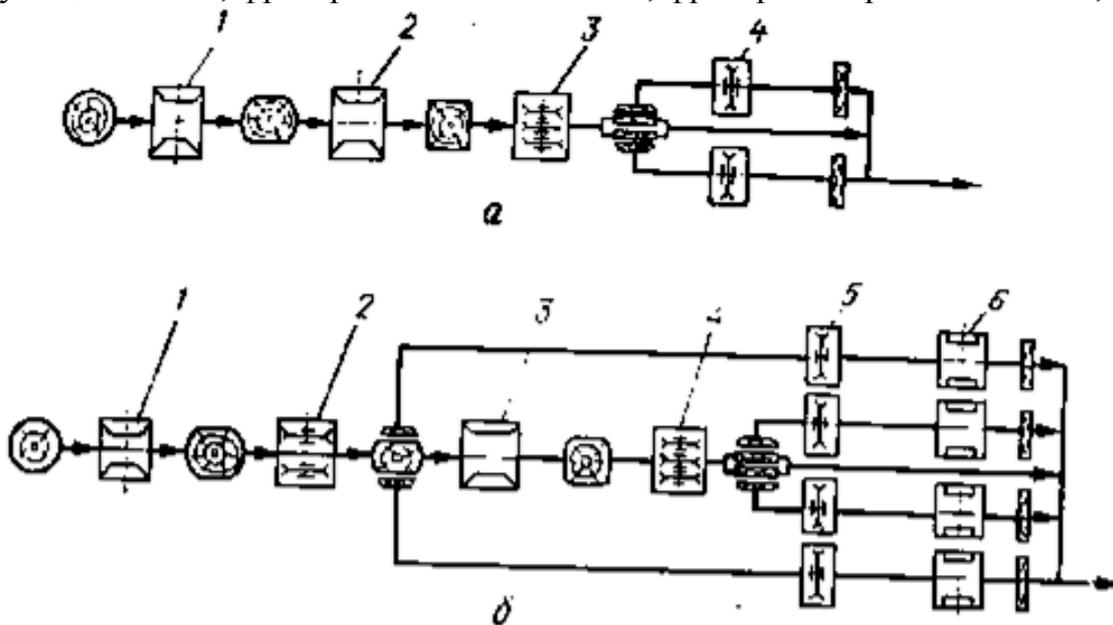


Рис 11 Структурно-технологические схемы: а — фрезерно-брусующие линии; б — фрезерно-пильные линии

Фрезерно-брусующие линии (ФБЛ) за первый проход бревна через модуль 1 (рис 11) позволяют получать двухкантный брус и щепу. За второй проход в фрезерно-брусующем модуле 2 получают щепу и четырехкантный брус, который распиливают затем на пиломатериалы в многопильном модуле 3. Полученные обрезные пиломатериалы торцуют в станках 4. Основное назначение фрезерно-брусующих линий - переработка тонкомерной древесины диаметром от 6 до 14 см.

Фрезерно-пильные линии (ФПЛ) отличаются от ФБЛ тем, что сразу после фрезерно-брусующего модуля 1 (рис. 11, б) в них устанавливают двух- или четырехпильный модуль 2.

. Контрольные вопросы

1. Классификация рубильных машин для щепы осуществляется?
2. Какими свойствами должен обладать ножевой барабан?
3. По каким признакам осуществляется классификация барабанных рубильных машин?
4. Основное назначение фрезерно-брусующих станков?
5. По-какому принципу работают фрезерно-брусующие станки?

11. СОРТИРОВКА ЩЕПЫ

При выработке технологической щепы наряду с кондиционной фракцией образуются крупные и мелкие частицы, размеры которых не соответствуют требованиям стандарта. Для удаления некондиционных частиц щепу сортируют.

Сортировку выполняют установки перемещение частиц щепы в которых производится пневматическим или механическим способами. Пневматическая сортировка осуществляется в циклонах, внутри которых установлен перфорированный конус-сепаратор или на специальных установках (для разделения щепы и древесной зелени). В первом случае потоком сжатого воздуха щепы с большой скоростью подается в циклон, где под действием инерционных и центробежных сил частицы прижимаются к внутренней поверхности конуса и скользят вниз по спиральной кривой. В процессе скольжения мелкие частицы проходят через перфорации на внешнюю сторону конуса и сыпаются в выносной лоток. Крупные частицы остаются внутри конуса и через нижнее выпускное отверстие сыпаются на выносной конвейер.

Разделение зеленой щепы на два продукта происходит за счет различия в частицах аэродинамических и упругих свойств. Работает установка на пневмомеханическом принципе разделения измельченной древесной массы. Слой зеленой щепы дозированно сыпается на разбрасывающий валец, который весь поток направляет на отражающий экран. Древесные частицы, как более твердое тело, отскакивают от экрана и опускаются вниз на выносной конвейер. Зеленая, как аморфное тело, скользит по стенкам экрана вниз. Проходящий через сыпаемый слой поток воздуха, создаваемый вентилятором, подхватывает легкие частицы и уносит их на разные расстояния в камере сепарации, имеющей длину 4 м. Более легкие частицы (древесная зелень) уносятся вдаль камеры и оседают на выносной ленточный конвейер. Не разделившаяся смесь (зеленая щепы) оседает в центре камеры на ленточный конвейер и подается на повторное разделение. При пневматической сортировке скорость движения частиц достигает 27–40 м/с и может вызвать дополнительное измельчение щепы. Сложность разделения частиц на три фракции в одном устройстве также ограничивает использование пневмосортировочных установок щепы.

При сортировке щепы наиболее широко применяют механическое перемещение частиц в ситовых устройствах, которые подвергаются вращательному движению или колебаниям в горизонтальной или вертикальной плоскости. Различают гирационные, барабанные и вибрационные сортировочные машины.

В *гирационных* сортировочных машинах щепы совершает круговые колебания в горизонтальной плоскости. Это обеспечивает равномерное послойное распределение частиц параллельно горизонтальной поверхности сита и наиболее высокое качество сортировки. Конструкции машин могут быть в напольном и подвесном исполнении. Гириционные машины меньше засоряются, просты, надежны в работе и получили самое широкое распространение в промышленности. Основной недостаток их – неполное

отделение частиц крупной фракции и закупорка отверстий сит застрявшими частицами. Более детальное устройство гирационной сортировки показано на рис 12. Рабочим органом машины являются сита 6 и 7, которые установлены в подвижном коробе 1. Сита расположены одно над другим таким образом, чтобы щепа просеивалась и последовательно разделялась на фракции от крупной до мелкой. Под нижним ситом устанавливается поддон для сбора мелкой щепы и опилок. Массивная опорная рама 2 машины смонтирована на четырех шаровых опорах 3, которые опираются на фундамент 4. Привод машины осуществляется от электродвигателя через клиноременную передачу и эксцентриковый вал 5 с противовесом. Благодаря такому приводу и шаровым опорам короб 1 с ситами 6 и 7 совершает круговое движение в горизонтальной плоскости с амплитудой 50—100 мм.

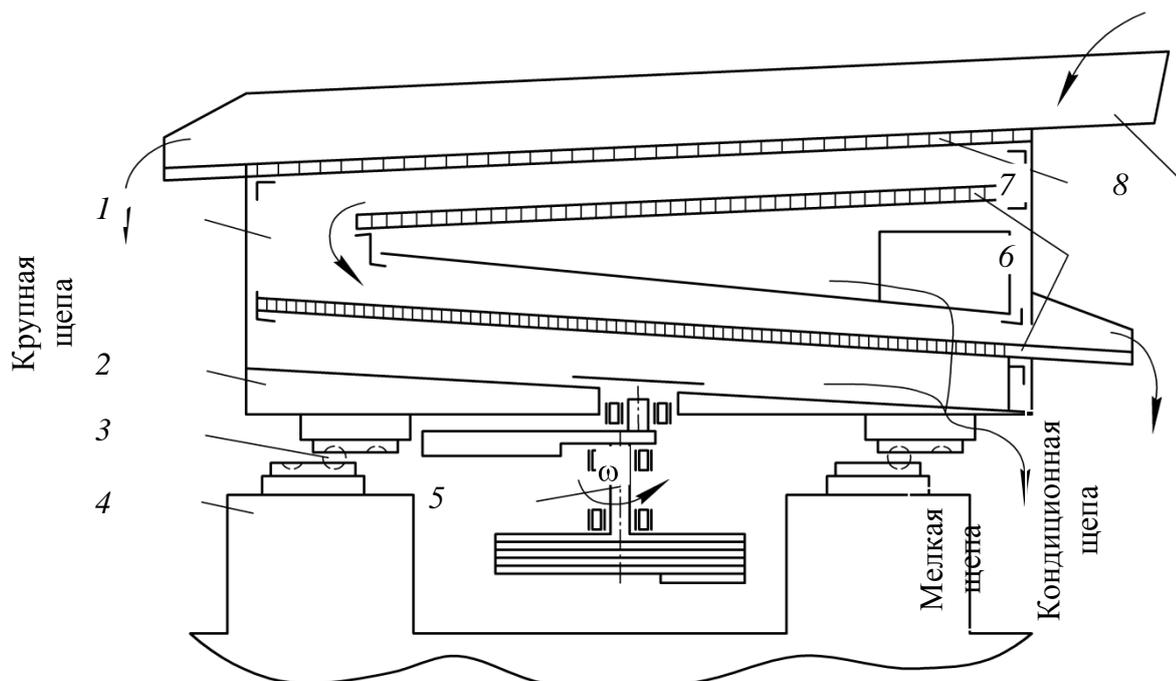


Рис.12. Схема установки для сортировки щепы: 1 – подвижный короб; 2 – опорная рама; 3 – шаровые опоры; 4 – фундамент; 5 – приводной эксцентриковый вал; 6 – сита для отделения кондиционной и мелкой щепы; 7 – сито с крупными отверстиями; 8 – лоток для загрузки щепы

. Сортируемая щепа через загрузочный лоток поступает на верхнее сито с крупными отверстиями. За счет центробежных сил, возникающих при круговом движении, щепа равномерно распределяется по всей поверхности сита. Кондиционные и мелкие частицы просеиваются, крупные постепенно перемещаются по наклонной поверхности сита и сходят с него на выносной лоток. Разделение оставшейся щепы на кондиционную и мелкую фракцию осуществляется ситом 6 с мелкими отверстиями. Мелкая щепа просеивается через сито и по лотку ссыпается на выносной транспортер. Кондиционная щепка перемещается по поверхности сита в сторону уклона и поступает на выносной лоток

Сравнительно редки в эксплуатации *барабанные* сортировочные машины. Основное их достоинство – способность к самоочистке, когда застрявшие частицы при повороте барабана выпадают из сит под действием веса. Недостатками барабанных машин являются сравнительно низкая производительность, приходящаяся на единицу поверхности, и низкое качество сортировки.

Вибрационные сортировочные машины имеют возвратно-поступательное движение сит. Возникающая в процессе их работы вибрация частично гасится пружинными, рессорными или тросовыми подвесками. При встряхивании сит нестандартные частицы торцами могут проникать через сита и засорять кондиционную щепу. Более крупные частицы застревают в отверстиях, поэтому вибрирующие сита быстро засоряются.

Для надежной работы сортировочных машин с плоской поверхностью сит важно чтобы щепы своей длинной стороной ориентировалась параллельно плоскости сита. Необходимы равномерная подача щепы и минимальная скорость частиц. При большой скорости подачи происходят динамический удар щепы о поверхность сита, дополнительное измельчение частиц и их заклинивание в ячейках. Для снижения скорости частиц и равномерной подачи на сортировку щепы, подаваемая ленточными конвейерами, предварительно поступает в уравнивательный бункер и далее на приемный лоток сортировочного короба. Для лучшего разравнивания и распределения щепы на поверхности, равномерного движения и схода частиц сита размещают в коробах с уклоном от 2 до 10°, а иногда – до 20° к горизонту.

Вынос рассортированной щепы от машины осуществляется ленточными или скребковыми конвейерами, которые располагаются под выносными лотками сортировочных машин. Количество лотков зависит от числа фракций, на которые разделяется щепы.

Конструкции сит по назначению подразделяются на две основные группы: плоские сита – для сортировки щепы по длине и щелевые сита – для сортировки частиц по толщине. Плоские сита изготавливают из металлического листа перфорированием сверху вниз. Форма отверстий может быть круглой, квадратной или эллипсной,

Эффективность сортировки определяется производительностью сита и оценивается количеством щепы, сортируемой в единицу времени при заданном коэффициенте разделения смеси ϵ . Величина этого коэффициента характеризует качество работы сортировочной машины. Она определяется отношением количества n' просеянных через сито частиц заданного размера к их содержанию в щепе до ее сортировки n , т. е. $\epsilon = n'/n$. Высокое качество разделения достигается в том случае, когда $\epsilon = 0,90-0,98$. При меньшем коэффициенте разделения, равном 0,85, качество сортировки считается средним. Низкое качество сортировки наблюдается, когда $\epsilon = 0,8$. Качество сортировки щепы зависит и от формы перфорации сита. Более достоверно разделение смеси осуществляется на ситах с круглыми отверстиями, так как при других формах линейный размер проходного сечения непостоянен.

Контрольные вопросы

1. По какому признаку осуществляется классификация сортировочных машин для щепы?
2. Какими способами производится перемещение щепы в процессе сортировки?
3. Как выполняется вынос рассортированной щепы?
4. Что такое фракционный состав?
5. Обоснуйте необходимость ориентирования щепы, при просеивании ее через сито, параллельно плоскости сита?

12. ВНУТРИСКЛАДСКОЙ ТРАНСПОРТ ЩЕПЫ.

Система подачи древесного сырья в цех щепы должна обеспечивать его отбор от основных потоков на лесных складах, сортировку по породам, создание резервных запасов, поштучную подачу, полную механизацию всех работ.

Отбор древесного сырья, пригодного для выработки щепы, необходимо производить непосредственно после раскряжевки, не загружая им сортировочный лесотранспортер. На рис. 13 приведен один из вариантов отбора древесного сырья для подачи в цех щепы от основного потока. После раскряжевки на полуавтоматической линии 1 лесоматериалы с приемного стола поступают на выносной шаговой лесотранспортер 2, который предназначен для отделения дров, короткомерных сортиментов длиной до 2,5 м и сортиментов длиной до 6,5 м. Лесотранспортер 2 скребкового типа имеет цепь с упорами, расположенными с шагом 8000 мм. Цепь перемещается со скоростью 1,61. Области применения и устройство скребковых, ленточных, 0,51 м/с в металлическом лотке V-образного профиля. Лесотранспортер состоит из трех рабочих и одной приводной секции. С приемной секции коротыя сбрасывается на лесотранспортер 6 для дров. При сортировке сырья устанавливаются два лесотранспортера 6. Две последующие рабочие секции шагового лесотранспортера коротыя, долгового лесотранспортера 2 осуществляют сброску коротыя, долгого или сортиментов на поперечный лесотранспортер 5 и питатель 3 типа ЛТ-79, который осуществляет загрузку сортировочного лесотранспортера 4. Для сброски коротыя, долгого и сортиментов выносной шаговой лесотранспортер имеет поворотные борта с приводом от гидроцилиндра или кривошипно-шатунного механизма. Буферный поперечный лесотранспортер 6 предназначен для приема лесоматериалов длиной от 2,5 до 6,5 м и подачи их в цех щепы. Общая длина выносного шагового лесотранспортера составляет 27,35 м, а расчетная производительность 80 м³/ч. Отбор отходов раскряжевки от основного потока и их сортировка по размерам могут производиться с помощью устройства, показанного на рис. 14. Устройство состоит из скребкового конвейера и двухсекционного бункера,

первый отсек которого служит накопителем опилок и мелких отходов, а второй - для сбора крупных частиц древесины размером более 50-60 мм.

Принципиальное отличие такого конвейера от распространенных на линиях типа ПЛХ состоит в том, что он располагается параллельно приемной эстакаде под подающим лесотранс-портером, пилой и приемным столом полуавтоматической раскряжевочной установки. Это позволяет убирать отходы от всех основных мест их образования одним конвейером. Приводная станция 1 расположена здесь в нижней части конвейера, натяжное колесо 4 — на бункере. Конвейер отходов имеет длину до 85 м и состоит из горизонтального участка 2, проходящего на высоте 0,5 м, и наклонного участка 3, перемещающего отходы на высоту 7,5 м. Опилки, куски коры и сучков, козырьки и оторцовки перемещаются к бункеру со скоростью 0,25 м/с нижней рабочей ветвью 6 конвейера, размещенной в металлическом лотке 7. Верхняя ветвь 5 конвейера холостая. Над первой секцией бункера 10 по ходу движения скребков 8 установлена продольная решетка 9 из металлических стержней, которая образует с перегородкой бункера зазор 50-60 мм. Опилки и мелкие отходы через решетку просеиваются в первую секцию бункера. Часть мелких отходов, которая не успевает просеяться, попадает в первый отсек бункера через зазор

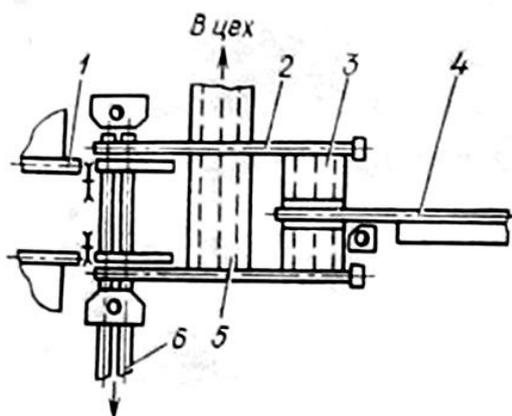


Рис. 13 Схема отбора древесного сырья для подачи в цех щепы после раскряжевки

между решеткой и перегородкой. Крупные частицы древесины проходят над зазором и за разделительной стенкой попадают во второй отсек бункера. Обе секции бункера имеют шарнирно установленные створки, которые открываются ручной лебедкой 11 через канатно-блочную систему.

Сортировка древесного сырья перед подачей в цех должна проводиться по двум группам древесных пород - хвойных и лиственных. Раздельная переработка хвойного и лиственного сырья осуществляется при выработке щепы для

целлюлозно-бумажного производства и древесностружечных плит. Кроме того, по условиям поставки щепы для сульфитной варки необходима сортировка хвойных пород с отбором в отдельную группу древесины ели и пихты. Щепа для сульфатной варки также требует сортировки сырья и отдельной переработки древесины лиственницы и твердолиственных пород. При поставке щепы древесноплитным и гидролизным заводам сортировка сырья производится по породам с учетом требований стандарта и потребителя.

Транспортировка древесного сырья на переработку в цех щепы или резервный запас может осуществляться тремя способами. Первый способ основан на транспортировке в цех всего объема сырья с помощью подъемно-транспортной машины (ПТМ) - крана или погрузчика. При этом одна часть сырья подается ПТМ непосредственно в приемное устройство цеха, а другая часть - в штабеля резервного запаса. Отсюда сырье поступает на переработку по мере

надобности. Другой способ! обеспечивает прямую связь между основными потоками и цехом через систему продольных и поперечных лесотранспортеров. Древесное сырье от раскряжевочной установки поступает здесь непосредственно в цех или образует резервный запас в накопительных устройствах, примыкающих к продольным лесотранспортерам. ПТМ здесь не используется. В третьем способе транспортировка осуществляется системой продольно-поперечных лесотранспортеров и ПТМ. Часть сырья лесотранспортерами направляется на лесопереработку в цех, часть с помощью ПТМ откладывается в штабеля резервного запаса. Когда поступление древесины от основных потоков прекращается по тем или иным причинам, ПТМ загружает цех сырьем из штабелей запаса.

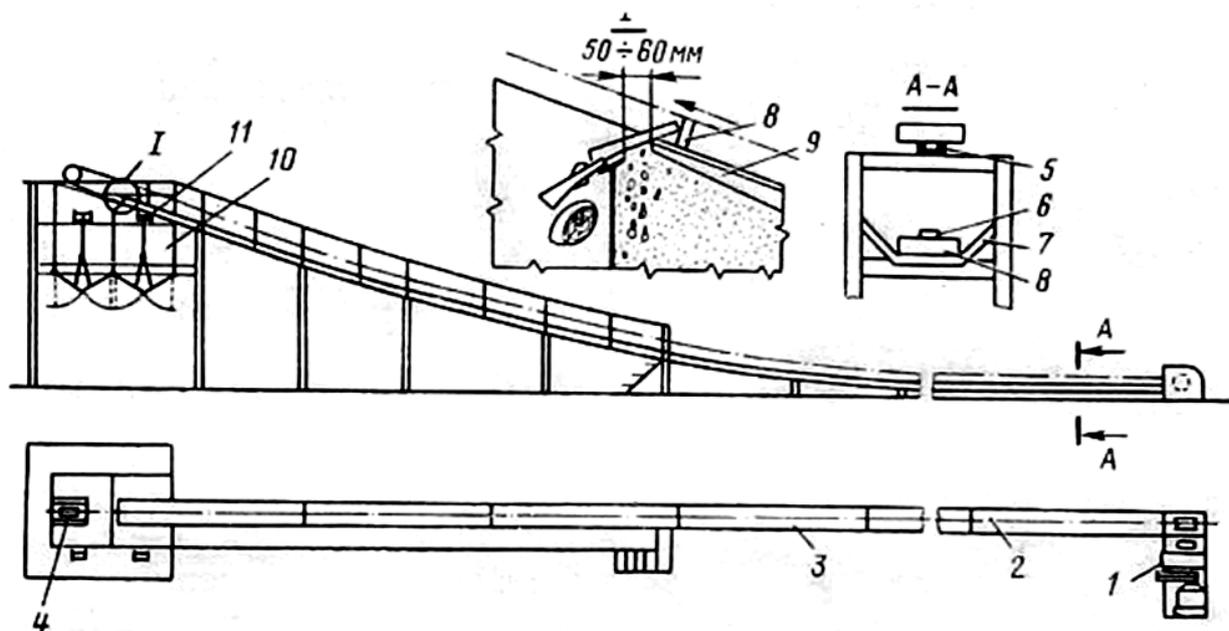


Рис. 14. Схема устройства для отбора и сортировки отходов раскряжевки

Выбор способа транспортировки древесного сырья в цех щепы зависит от объемов переработки, размещения цеха и его привязки к основным потокам на нижних складах. При больших объемах сырья целесообразно использовать ПТМ, так как система транспортеров может оказаться очень громоздкой. В этом случае один кран или погрузчик полностью заняты на складе сырья цеха. Коэффициент загрузки крана К.Б-572, занятого на подаче короткомерных лесоматериалов из куч в спаренную установку ЛТ-8, составляет 0,7-0,8.

Смешанный способ, когда сырье подается в цех лесотранспортерами и краном, применяют в тех случаях, когда привязка цеха щепы осуществляется к действующему нижнему складу. Если отбор древесного сырья для переработки в щепу нельзя осуществить на таком складе сразу после раскряжевки, то с помощью поперечных лесотранспортеров привязку можно выполнить в любом месте продольного сортировочного лесотранспортера. Лесоматериалы к цеху можно перемещать выше или ниже расположения действующих продольных лесотранспортеров. Однако из-за отсутствия достаточно емких накопительных устройств и свободных площадей для их установки перед цехом для создания

запасов сырья приходится использовать действующие ПТМ. Поскольку обслуживание цехов щепы ПТМ осуществляют за счет некоторых резервов производительности, их отвлечение от основных работ по штабелевке и отгрузке деловой древесины не всегда возможно. Поэтому простои цехов при такой системе подачи древесного сырья неизбежны и ликвидировать их можно только путем дополнительной установки к подающим лесотранспортерам накопительных устройств.

Резервные запасы сырья создают как перед цехом щепы, так и между участками смежных операций. Запасы сырья перед цехом щепы по существующим нормативам должны составлять двух-трехсменный объем переработки. Они могут храниться в штабелях или накопительных устройствах. Для короткомерных лесоматериалов длиной до 1,0-1,25 м рекомендуется кучевое хранение или пакетные штабеля с хранением древесины в кассетах или контейнерах. Долготье рекомендуется хранить в пачковых штабелях. Резервные запасы в штабелях должны обеспечивать бесперебойную ритмичную работу цехов, но не должны быть и чрезмерно большими. Излишние запасы не выгодны экономически. Кроме того, при долговременном хранении возможны потерн и порча древесины микроорганизмами, а также подсушка коры, что осложняет окорку.

В отличие от штабелей в накопительных устройствах сырье хранится только кратковременно и находится почти в постоянном движении. В качестве накопительных устройств используют продольные и поперечные лесотранспортеры, лесонакопители и площадки-эстакады у подающих транспортеров, различные приемные устройства для пачек лесоматериалов из запаса или поступающих поштучно от раскряжевки.

Продольные лесотранспортеры, используемые на подаче древесного сырья в цех, позволяют создавать лишь ограниченный промежуточный запас. Загрузочный лесотранспортер, например установки УПЩ-ЗА, может в зависимости от длины накапливать сырье в объеме только одной-двух загрузок окорочного барабана. Запасы сырья у лесотранспортера можно увеличить с помощью лесонакопителей или резервных площадок - эстакад. Однако эти устройства требуют применения ПТМ и ручного труда на поштучной подаче лесоматериалов.

Поперечные лесотранспортеры наилучшим образом позволяют решать вопросы накопления и создания значительных резервных запасов сырья. до 30 м³ (сменный объем переработки установки УПЩ-ЗА) древесного сырья и одновременно осуществлять его поштучную выдачу на переработку с интенсивностью 90 м³/ч. Поперечный четырехцепной лесотранспортер состоит из двух секций. Секция 1 наиболее длинная, предназначена для приема сортиментов длиной 2,5-6,5 м, поступающих пачками или поштучно с нескольких продольных лесотранспортеров. Разобшение сортиментов осуществляется системой подвижных пологих упоров, размещенных на цепях с шагом 816 мм, и неподвижных горок, укрепленных на раме. Секция 2, более короткая, имеет реверсивное движение цепей. Она предназначена для выноса сортиментов и их поштучной выдачи на переработку отсекающим устройством.

Скорость движения цепей первой секции 0,076 м/с, второй секции значительно больше - 0,2 м/с, за счет чего происходит растаскивание сортиментов и равномерная подача в цех. Накопительные, приемные и питающие устройства, созданные для основных потоков или лесопильных цехов, можно использовать для подачи долготья в цех щепы.

Подача коротья имеет свои особенности. В отличие от долготья короткомерное сырье может быть как с ориентированным, так и неориентированным расположением. В технологической схеме с кучевым хранением коротья для подачи сырья необходимы краны со специальными грейферными захватами и приемные устройства перед цехом. Для приема короткомерных лесоматериалов и их поштучной подачи разработаны различные способы подачи.

Контрольные вопросы

1. Что включает в себя внутрискладской транспорт щепы?
2. Какие устройства применяются для транспортировки щепы?
3. Для каких целей создают резервные запасы сырья?
4. Объясните принцип действия продольных лесотранспортеров?
5. Опишите особенности подачи коротья?

13. ХРАНЕНИЕ И ПЕРЕВОЗКА ЩЕПЫ.

Складирование и промежуточное хранение щепы производится на складе, где создаются ее запасы, необходимые для сглаживания отрицательного воздействия неравномерности производства и отгрузки потребителю данной продукции.

Вместимость и запас – основные показатели склада щепы. Наибольшее количество щепы, которое можно отсыпать на складе, характеризует его вместимость. Запас определяется объемом щепы, который хранится на складе в данный момент времени. При недостаточной вместимости склада возникают простои цеха из-за нехватки сырья несмотря на переполнение склада. Чрезмерная вместимость потребует дополнительных капитальных вложений на обустройство склада и отрицательно скажется на качестве щепы из-за продолжительного хранения.

В зависимости от объемов хранимой щепы условно различают склады малой (запас до 7-сменной выработки), средней (запас до 36-сменной выработки) и большой вместимости.

Различают три основных способа хранения щепы: *закрытый* – в бункерных галереях, *открытый* – в кучах на специализированных площадках и *контейнерный* – в небольших емкостях.

По своему назначению запасы древесины на лесных складах могут быть сезонными, резервными, межоперационными и технологическими.

Сезонные запасы предназначены для обеспечения нормальной работы

лесоскладского оборудования при заранее предусмотренных длительных перерывах или колебаниях режима работы лесовозного транспорта, перерабатывающих цехов, транспортных средств, на которые отгружается готовая продукция.

Резервные запасы необходимы для компенсации неравномерности работы смежного оборудования (смежных производственных участков), вызванной в основном случайными причинами.

Межоперационные запасы создаются между смежными установками в пределах одного производственного участка (цеха) для обеспечения нормальной работы потока при кратковременных остановках входящих в него основных установок или при изменении ритма работы одной из смежных установок.

Технологические запасы необходимы, когда требуется просушка некоторых видов продукции перед их отгрузкой потребителю.

13.1. Способы хранения.

Необходимость хранения щепы на складе вызывается нерегулярной отгрузкой и неравномерной работой цеха.

Вместимость и запас - два важных показателя склада щепы. Наибольшее количество щепы, которое можно отсыпать на складе, характеризует его вместимость. Запас определяется объемом щепы, который хранится на складе в данный момент времени. Этот показатель непостоянен для склада и является случайной величиной. При недостаточной вместимости склада возможно его переполнение, из-за чего возникают простои цеха и потери 25-30 % рабочего времени. Чрезмерная вместимость потребует излишних и ненужных капитальных вложений на устройство склада. Она отрицательно скажется и на качестве щепы из-за продолжительного хранения. Значения оптимальной вместимости склада при вывозке щепы вагонами и автощеповозами приведены ниже.

Таблица 5

Значение оптимальной вместимости склада

Сменный объем поступления щепы из цеха на склад, пл. м ³	25	50	100	200
Рекомендуемая вместимость	19—26	15—21	10-15	7—12

Классификация складов щепы осуществляется в зависимости от объема хранимой измельченной древесины и способа хранения. По объему хранимой щепы условно различают склады малой, средней и большой вместимости. Склады малой вместимости рассчитаны на хранение запаса щепы до 7-сменной выработки, склады средней вместимости - до 36-сменной выработки (такие склады используют при вывозке щепы вагонами и автощеповозами). Склады большой вместимости, рассчитанные на хранение щепы в межнавигационный период, устраивают на береговых складах, где вывозка производится в судах.

Различают три основных способа хранения щепы: закрытый - в бункерных галереях, открытый - в кучах на специальных площадках, контейнерный - в небольших емкостях.

Закрытые склады щепы имеют механизированные бункерные галереи, которые представляют собой систему железобетонных или деревянных бункеров призматической или цилиндрической формы, с боковым (рис 15, а, б) или нижним (рис 15, в, г) расположением разгрузочных люков.

Склады для открытого хранения щепы могут вмещать от 1000 м³ до 700 тыс. м³, а высота куч достигает 30 м. В леспромхозах для кучевого хранения устраивают сравнительно небольшие площадки размером от 25х25 до 65х70 м. На нижнем складе можно устраивать несколько таких площадок в зависимости от породы древесины, назначения и качества щепы. Твердое покрытие площадок делается асфальтобетонным или гравийным, с уклоном для отвода воды. Береговые открытые склады щепы можно устраивать на причалах эстакадного типа или свайном основании из бревен. Чтобы щепу не уносило ветром за пределы склада, по его периметру устанавливают сетчатое мелкоячеистое ограждение высотой до 2,5 м. Объем щепы, хранимой на таких площадках, достигает 4-5 тыс. м³ при высоте куч 8-10 м.

Площадка для склада должна располагаться с наветренной стороны по отношению к источникам пыления, дымовым трубам и установкам с открытыми источниками огня. Требования противопожарной безопасности должны быть учтены при устройстве складов открытого хранения щепы. Пожарная опасность открытых складов щепы значительно ниже, чем складов круглых лесоматериалов. При возгорании щепы интенсивность горения зависит от скорости ветра и влажности древесины. Слой образующейся золы значительно снижает скорость горения и тепловое излучение. Температура на расстоянии 1 м от горячей поверхности щепы не превышает 100 °С, поэтому можно подойти вплотную к куче и ликвидировать огонь распыленной струей воды.

Открытые склады оборудуют ленточными конвейерами и пневмотранспортными установками. Наиболее плотную укладку щепы в кучах осуществляет пневмотранспорт, которому следует отдавать предпочтение. Высота куч здесь не ограничивается стоимостью оборудования для насыпки, а трубопровод пневмосистемы можно прокладывать над кучей.

Способ открытого хранения щепы имеет ряд недостатков, к числу которых следует отнести:

- развитие биохимических процессов, вызывающих деструкцию щепы;
- потери древесины, легкогидролизуемых и смолистых веществ;
- воздействие на щепу окружающей среды, что приводит к перемешиванию ее со снегом, загрязнению минеральными примесями, смерзанию наружных слоев, потемнению и деструкции древесины под воздействием солнечной радиации.

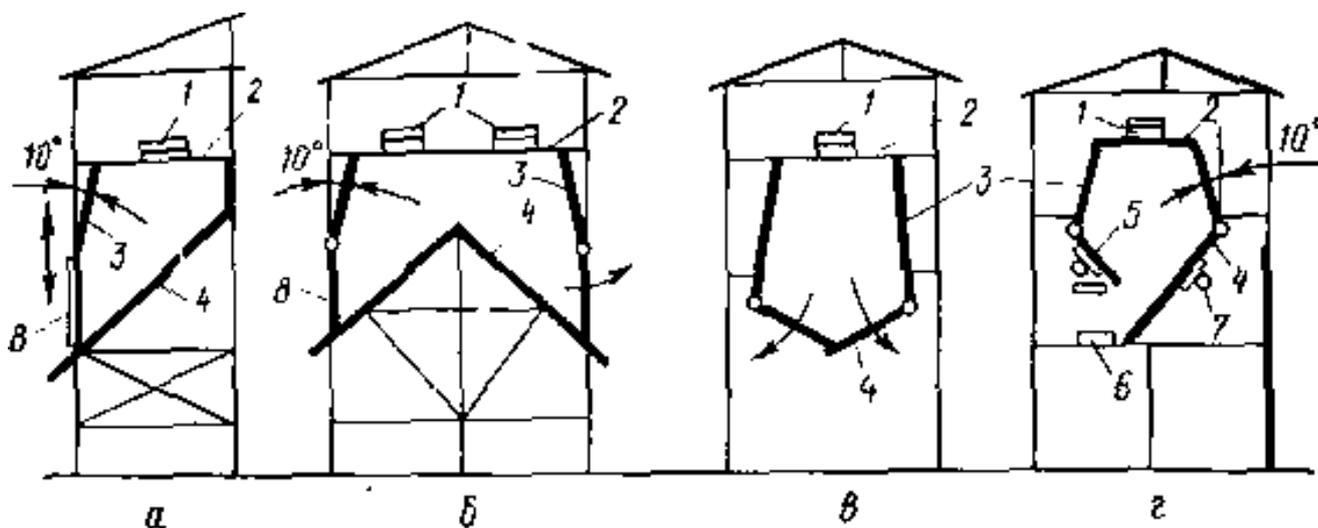


Рис. 15. Типы бункерных галерей

Хорошо известно, что влажные материалы органического происхождения подвержены саморазогреванию в результате деятельности микроорганизмов. Поверхность контакта древесины с внешней средой в щепе возрастает в 150-200 раз, поэтому щепы в кучах начинают разогреваться сразу же после отсыпки.

13.2. Транспортировка щепы железнодорожным и автомобильным транспортом.

Железнодорожный транспорт занимает ведущее место в перевозках щепы. Примерно половина производимой в стране щепы доставляется потребителю в вагонах общего назначения и специальных вагонах-щеповозах. Расстояние перевозки достигает 2000 км и более.

Для лучшего использования грузоподъемности борта универсального четырехосного полувагона с деревянной обшивкой наращивают в пределах, допускаемых габаритом подвижного состава. У шестночного цельнометаллического вагона объемом 104 м³ борта не наращивают. Небольшое увеличение его вместимости примерно на 10 % не покрывает высоких дополнительных затрат на дооборудование. Наращивание бортов требует дополнительных трудозатрат, расхода пиломатериалов и увеличения времени простоя вагонов. Хотя затраты на устройство наращенных бортов оплачивает потребитель, народнохозяйственные интересы требуют, чтобы такие вагоны использовались в специальных составах - «вертушках» только для перевозки щепы. Это позволит исключить расходы на многократную надстройку бортов и сберечь пиломатериалы. Объем вагона составляет 64,8 м³, а с устройством наращенных бортов возрастает до 100 или 112 м³.

Для перевозки щепы используют также торфовозные хопперы вместимостью 62 м³ и саморазгружающиеся полувагоны для угля вместимостью 91,2 м³. Недостатком вагонов общего пользования является возможность засорения щепы примесями, которые остаются от ранее перевозимых сыпучих грузов. Надставные борта и устройства затрудняют

использование рыхлительных средств на разгрузке щепы и увеличивают простои вагонов.

Разработаны специальные вагоны-щеповозы двух типов. Один из них представляет собой крытый цельнометаллический хоппер объемом 140 м^3 . Торцовые стенки наклонены под углом 40° . Вагон разделен на три секции с раздельным пневматическим механизмом открывания разгрузочных люков. Крыша вагона предохраняет щепу от загрязнения, осадков и выдувания. На торцовых стенках и под горкой - в средней части вагона - установлены четыре вибратора для интенсификации процесса выгрузки. Однако выгрузка уплотненной и смерзшейся щепы из такого вагона затруднена, так как нельзя применить механизированное рыхление.

Вагон-щеповоз модели 22-478 имеет кузов цельнометаллической конструкции прямоугольного сечения объемом 135 м^3 . Отсутствие крыши облегчает процесс загрузки и выгрузки щепы. Но отсутствие механизации при открывании и закрывании люков, а также недостаточные углы наклона крышки люков, которые не обеспечивают гравитационного ссыпания щепы, являются основными недостатками этого вагона.

Автощеповозы классифицируют по конструктивным и эксплуатационным признакам. По подвижному составу, используемому для перевозки щепы, различают кузовные автомобили общего назначения, специальные автопоезда и автомобили с полуприцепами, прицепами и контейнерами. По грузоподъемности автощеповозы бывают легкие, средние и большегрузные; по конструкции кузова - рамные и безрамные; по способу разгрузки - самосвальные и саморазгружающиеся.

Кузовные автомобили общего назначения, с наращенными бортами используют как внутризаводской транспорт или для перевозки щепы на короткие расстояния. Переоборудованные кузова автосамосвалов имеют вместимость $8-13 \text{ м}^3$.

Легкие автощеповозы имеют кузов объемом до 30 м^3 , средние - до 45 м^3 , тяжелые - до 80 м^3 . Перевозка щепы щеповозами осуществляется на базе автомобилей МАЗ. Эффективность применения щеповозов разной вместимости зависит от расстояния и объемов перевозки, дорожно-эксплуатационных условий. Легкие и средние щеповозы рекомендуют при малом грузообороте для перевозки щепы на расстояние до 100 км , большегрузные - до 200 км и при большом грузопотоке сырья.

По дорогам общего пользования без ограничения могут быть использованы автомобили с колесной формулой 4×2 . Применение автомобилей повышенной проходимости с колесной формулой 4×4 , 6×6 или 6×4 эффективно при вывозке щепы из лесосек.

Контрольные вопросы

1. Что такое вместимость и запас?
2. По каким признакам осуществляется классификация складов щепы?
3. Какие способы хранения щепы вы знаете? Опишите каждый из них?

4. Где и как применяются механизированные бункерные галереи ?

5. Какова вместимость складов для открытого хранения щепы? Можно ли ее повысить?

14. Технология производства щепы

14.1. Технология производства и характеристика щепы для выработки плит, гидролиза, целлюлозы и бумаги.

Состав технологических операций в производстве щепы включает подготовку древесного сырья, его измельчение, сортировку, доизмельчение крупных частиц, очистку, складирование, хранение, погрузочно-разгрузочные и транспортные работы. Высокое качество щепы обеспечивают:

- сортировка древесного сырья по породам с обязательным выделением древесины ели и пихты;
- тщательная окорка лесоматериалов до такой степени чистоты поверхности, которая гарантирует получение щепы с допуском стандартом засоренностью корой;
- удаление гнили из дровяной древесины, подвергаемой предварительному раскладыванию на части и обработке на окорочных барабанах;

Перспективными технологическими процессами является переработка на щепу и сортименты целых хлыстов, а также для переработка в щепу древесины, теряемой при сплаве.

Технология производства щепы из древесного сырья низкого качества разработана для переработки крупных (диаметром более 3 см) сучьев, вершин, обломков, отрезков, дров и целых стволов, которые по своему качеству непригодны для выработки круглых деловых лесоматериалов. Оборудование для выработки щепы из такого сырья поставляют лесозаготовительным предприятиям комплектно, в составе установок различной мощности, которые непрерывно совершенствуются.

Первое поколение установок УПЩ-3, УПЩ-6 и УПЩ-12 позволило отработать технологический процесс производства высококачественной щепы в условиях лесозаготовительного производства.

Установки второго поколения УПЩ-3А и УПЩ-6А были усовершенствованы главным образом разработкой новых унифицированных рубительных машин.

Цех по производству щепы на базе установок УПЩ-3А (рис. 16) имеет в своем составе узел подготовки древесного сырья 9, в котором осуществляются распиловка долготья и раскалывание лесоматериалов какой-либо одной породной группы. Далее древесное сырье цепным конвейером подается в окорочный барабан 6 периодического действия КБ-3А. После загрузки на 50-60 % объема включают привод окорочного барабана, а цепной конвейер подает сырье в накопитель 8. При достижении заданной чистоты окорки сырья барабан останавливают и открывают разгрузочный шибер. В открытом состоянии

барабан снова включают на 30-60 с, благодаря чему окоренные лесоматериалы выгружаются на приемный стол 5. После выгрузки барабан останавливают, закрывают шибер и вновь заполняют сырьем. Пятицепной конвейер, которым оборудован приемный стол, равномерно подает окоренное сырье на ленточный конвейер 4 или в накопитель 3. Плохо окоренные лесоматериалы возвращаются на доокорку в барабан цепным конвейером 19. Чистоокоренная продукция со скоростью 0,6 м/с подается ленточным конвейером в рубительную машину 17 типа МРПП-10. Отсюда измельченная древесина по трубопроводу поступает в циклон и равномерно ссыпается в сортировочную установку 2 типа СЦМ-60. После сортировки щепа поступает в питатель 1 пневмотранспортной установки ПНТУ-2М и далее по трубопроводу 16 через трехпозиционный переключатель 15 в открытые кучи 11 или вагон 10. Одна из куч предназначена для хранения хвойной щепы, другая - лиственной. Для погрузки щепы предусмотрен пневмопогрузчик 12.

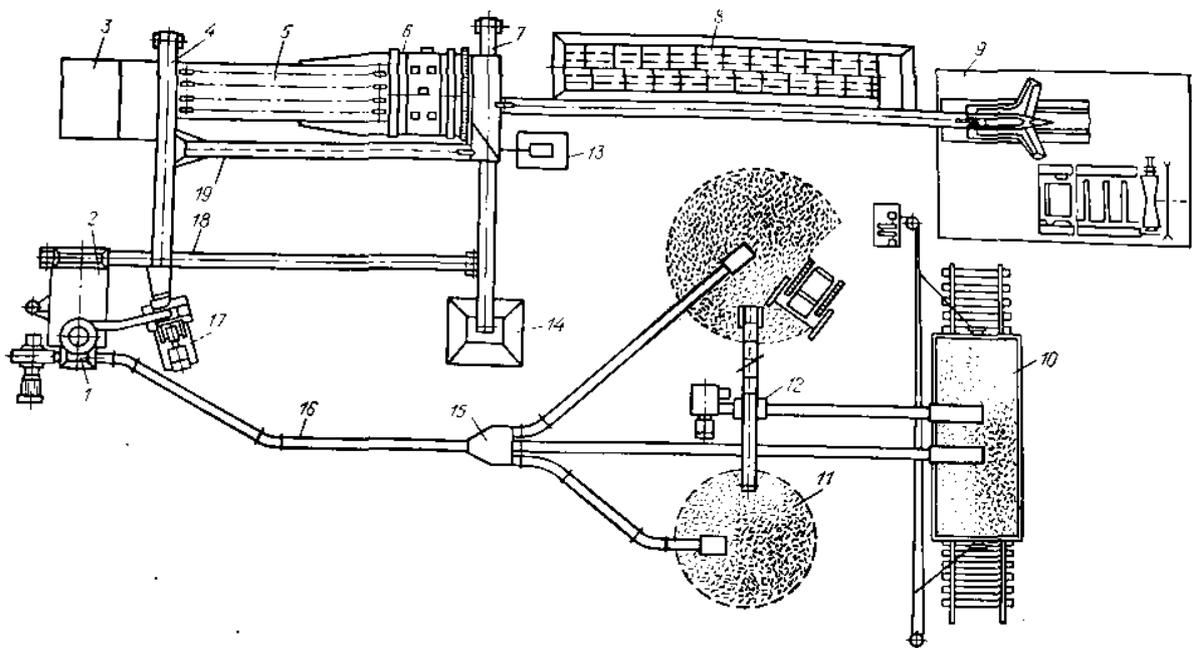


Рис 16. Схема цеха щепы на базе установки УПЩ-3А

Отходы окорки и некондиционные частицы перемещаются ленточными конвейерами 7 и 18 в бункер 14, откуда по мере накопления вывозятся в котельную. Затраты сырья на выработку 1 м³ щепы составляют в среднем 1,4—1,5 м³, поэтому количество отходов при выработке щепы довольно значительно. Эти отходы целесообразно использовать не только в энергетических целях, но и для удобрения лесных почв. Некондиционные частицы (отсев) могут быть использованы в составе щепы для производства плит.

Средняя сменная производительность цеха составляет 20 пл. м³ щепы. Продолжительность окорки сырья в барабане вместе с операциями по выгрузке и загрузке колеблется от 80 до 130 мин, а измельчение окоренной древесины

происходит всего за 16-20 мин. Для устойчивой работы цеха, реальная производительность которого редко достигает проектной, необходимо создавать резервные запасы как неокоренной, так и окоренной древесины. Для более эффективной загрузки рубительной машины, имеющей значительные резервы производительности, на некоторых предприятиях дополнительно устанавливают второй окорочный барабан, монтируемый параллельно первому и примыкающий к удлиненной части ленточного транспортера 4. Для интенсификации окорки используют устройства 13 для гидротермической обработки. Если по тем или иным причинам не удастся выполнить указанные мероприятия, резервную мощность рубительной машины можно использовать для выработки щепы из неокоренного сырья. Такая щепа поставляется древесноплитным и некоторым гидролизным предприятиям.

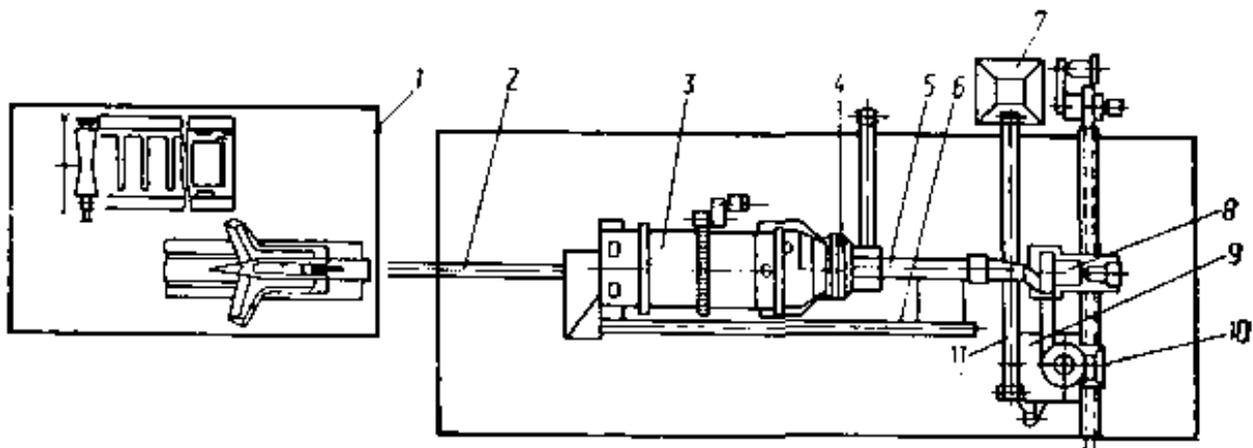


Рис 17. Схема цеха щепы на базе установки УПЩ-6А

Цех по производству щепы на базе установок УПЩ-6А. (рис. 17) имеет узел подготовки древесного сырья 1. Раскряжевка дровяного долготья производится автоматической пилой АЦ-ЗС. Для раскалывания лесоматериалов предусмотрен гидроколун ЛО-46 или КГ-8А. Колотые и тонкомерные лесоматериалы загрузочным цепным конвейером 2 подаются в окорочный барабан непрерывного действия 3 типа КБ-6. После окорки лесоматериалы из выгрузочного конуса барабана с шибберным устройством 4 попадают на ленточный конвейер 5 и далее в рубительную машину.

14.2. Схема цехов.

Технологический процесс цеха щепы (рис. 18, а) включает окорку древесного сырья двумя роторными окорочными станками 1 и 12 типа ОК-35М и ОК-66М. После окорки долготье подвергается поперечной распиловке пилой 11 типа АЦ-ЗС и далее направляется на измельчение в рубительную машину 8 типа МРНП-30. Древесину с гнилью раскалывают на колуне 10 и обрабатывают на станке 9 типа Н-10, где выкалывают гниль. После измельчения сырья щепа подвергается сортировке в машине 5 типа СЩ-1М. Кондиционная щепа конвейером 7 подается в бункерную галерею 6, крупная - конвейером 4 на до

измельчение, а мелкая по системе конвейеров 2 вместе с отходами окорки подается в бункер 3.

Другая двухпоточная технологическая схема цеха разработана для переработки тонкомерных хлыстов (рис. 18, б). Из разобщителя 7 хлысты направляются в роторный окорочный станок 6, после окорки они подаются лесотранспортером 5 к рубильной машине 1 с горизонтальной подачей, откуда готовая щепа выбрасывается в циклон 3. После сортировки в машине 4 кондиционная щепа перемещается на склад пневмотранспортной установкой 9, а мелкая - конвейерами 8. Крупная фракция щепы с помощью передвижного ленточного конвейера 2 возвращается в рубильную машину на доизмельчение.

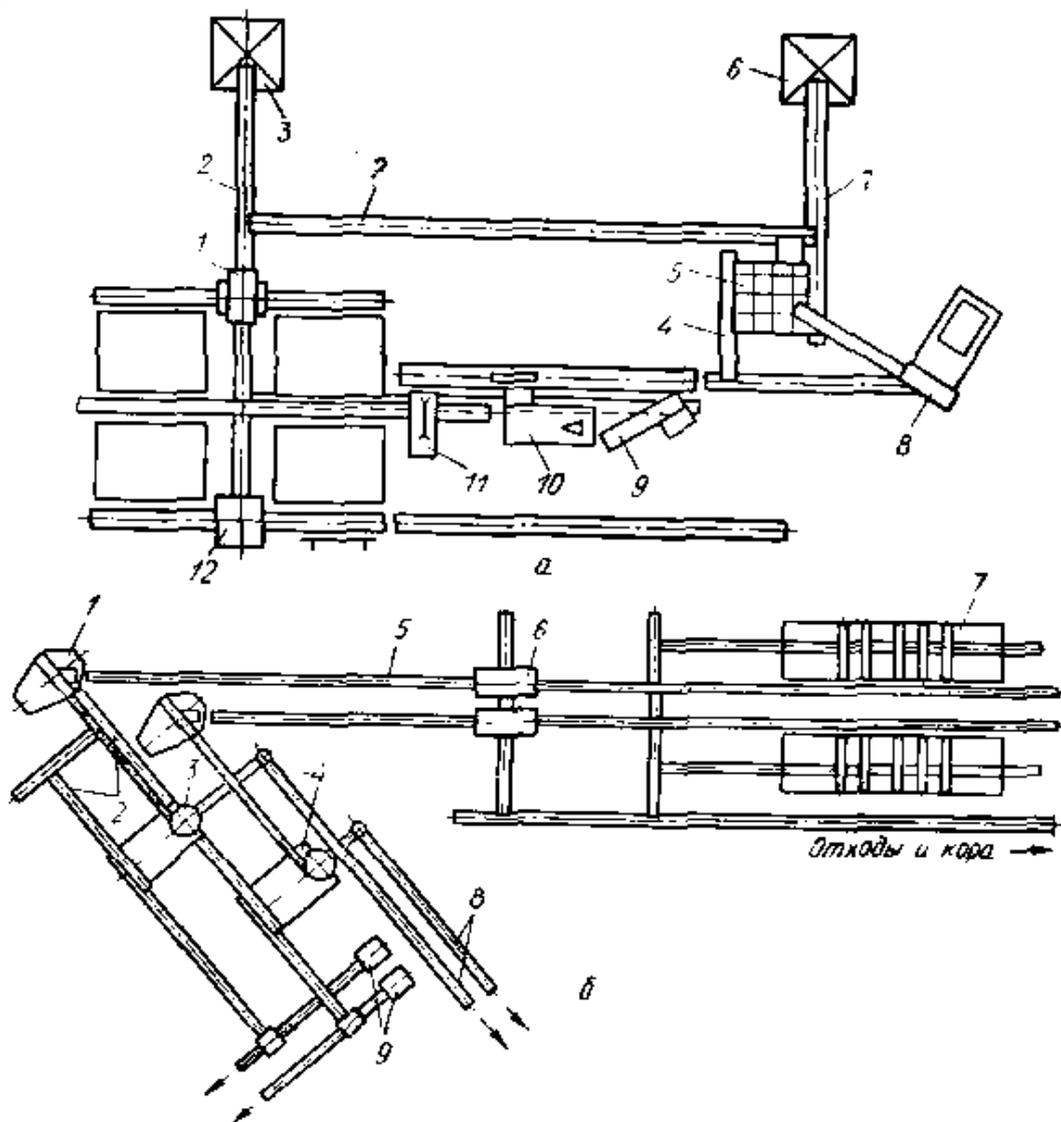


Рис. 18. Схема цеха щепы на базе роторных окорочных станков

14. Контрольные вопросы

1. Что включает в себя состав технологических операций в производстве щепы?
2. Какое оборудование применяют для выработки щепы?
3. Каковы основные параметры пневмопогрузчика?

4. Объясните принцип действия цеха щепы на базе установки УПЩ-ЗА?
5. Какова средняя сменная производительность цеха?

15. ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

Древесностружечные плиты представляют собой листовой материал, получаемый путем горячего прессования древесины, измельченной в специальную стружку и смешанной со связующим веществом. В соответствии с ГОСТ 10632-77 древесностружечные плиты изготавливают марок П-1, П-2 и П-3, отличающиеся конструкцией, видами отделки и областью применения.

По конструкции плиты бывают одно-, трех-, пяти- и многослойными. Они отличаются размерами частиц и количеством связующего. Однослойные плиты изготавливают из однородных по размерам стружек и с одинаковым количеством связующего. Такие плиты могут быть сплошными и многопустотными, с внутренними каналами. Трехслойные плиты, выпуск которых является наиболее массовым, различаются размерами стружек и количеством связующего в слоях: поверхностные слои содержат наиболее мелкую стружку и большое количество связующего, средние - более грубые частицы и меньше связующего. Более глубоким разделением частиц по фракциям отличаются пятислойные плиты, наружные слои которых часто изготавливают из древесного волокна и пыли, промежуточные - из мелких, а средние — из крупных древесных стружек. Для многослойных плит характерно постепенное возрастание крупности стружек от верхних слоев к внутренним.

Плиты облицовывают шпоном, пластиком, декоративными пленками, укрывистыми лакокрасочными материалами. Часть плит поставляют без отделки поверхности. Древесностружечные плиты широко используют в мебельной промышленности и строительстве. Большинство плит изготавливают средней плотностью 650-750 кг/м³. Разность в плотности между внутренним и наружным слоями составляет в трехслойных плитах примерно 100 кг/м³.

Различают плиты плоского и экструзионного прессования. В плитах плоского прессования частицы расположены параллельно пласти. Преимущество этих плит - одинаковая прочность по всем направлениям плоскости, основной недостаток - разнотолщинность. Неравномерная толщина плит отрицательно сказывается при декоративной отделке. На участках с малой толщиной (впадинах) шпон и пленка часто не приклеиваются к плите, образуется непрочный слой. На участках с большой толщиной из-за больших местных удельных давлений в плите возникают расслоения. Чтобы обеспечить заданную разнотолщинность, которая не должна превышать $\pm 0,15$ мм, плиты плоского прессования подвергают шлифованию. Технологическая схема производства древесностружечных плит представлена на рис 19.

Сырьем для производства древесностружечных плит служат круглые и колотые лесоматериалы для технологической переработки, отходы лесобработывающих производств и товарная щепа. В качестве связующего в производстве древесностружечных плит широко применяют карбамидные или мочевино-формальдегидные смолы, так как они сравнительно дешевы, имеют высокую скорость твердения, дают прочное клеевое соединение и не окрашивают древесины. Однако им свойственны некоторая таксичность из-за

испарения свободного формальдегида и недостаточная водостойкость, которая обуславливает использование плит как интерьерного материала, предназначенного для эксплуатации внутри помещений.

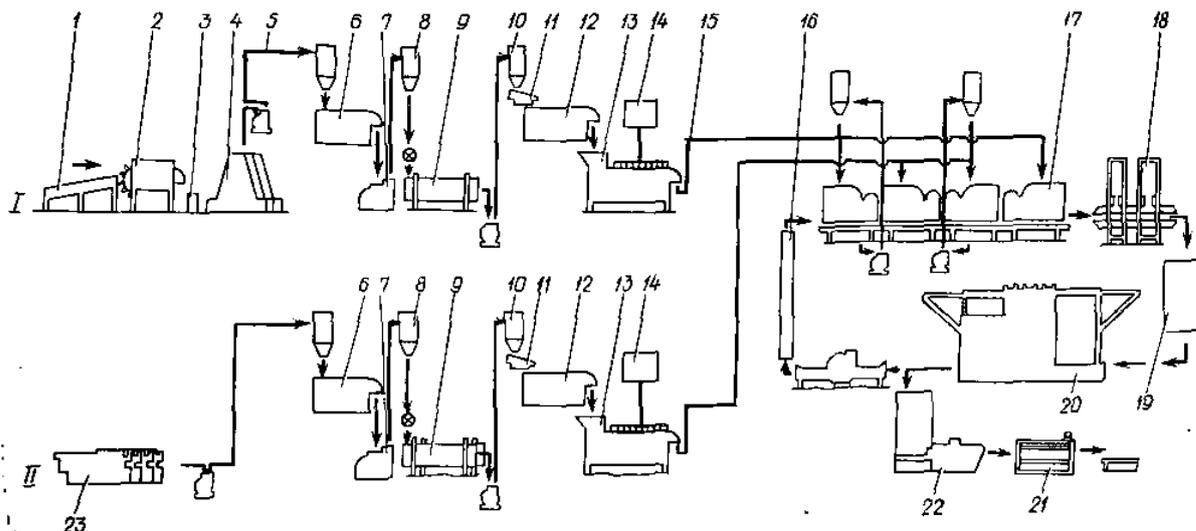


Рис. 19. Технологическая схема производства древесностружечных плит

Токсичность плит снижают путем отделки их поверхности, а также разработкой различных модификаций смол с наименьшим возможным содержанием свободного формальдегида. Водостойкость карбамидных клеев улучшают путем добавки меламин. Для производства атмосферостойких плит могут быть использованы фенолформальдегидные смолы, применение которых до сих пор ограничивалось из-за высокой токсичности и окрашивающего воздействия на древесину. Разработанные ныне смолы с относительно низким содержанием свободного фенола позволили получить достаточно водостойкие плиты, использование которых разрешено в гражданском строительстве.

Контрольные вопросы

1. Что такое древесностружечная плита?
2. Чем отличаются плиты сплошные плиты от многопустотных?
3. Каковы основные способы облицовки плит?
4. Назовите среднюю плотность плиты?
5. Обоснуйте необходимость равномерности толщины плиты?

16. ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ И ГИДРОЛИЗНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

По ГОСТ 15815-83 щепу для производства древесноволокнистых плит изготавливают марки ПВ. Качество щепы определяется породой древесины, геометрическими размерами и содержанием примесей. Щепа марки ПВ должна быть без мятых кромок, с углом среза частиц 30-60°. Качество щепы, не соответствующей этим требованиям, не должно превышать 30 % объема партий.

Породу древесины для производства древесноволокнистых плит применяют без ограничений (как хвойные, так и лиственные). При мокром способе производства преимущественно перерабатывают древесину хвойных пород, при сухом - лиственных. Повышенное содержание в древесине лиственных пород легко гидролизуемых веществ ухудшает качество оборотных вод, снижает выход волокнистой массы при переработке мокрым способом. Меньшая, примерно в 3 раза, длина волокна по сравнению с трахеидами хвойных пород сказывается и на механических свойствах плит. Однако благодаря совершенствованию технологии производства и применению упрочняющих добавок доля лиственных пород древесины для производства плит мокрым способом значительно возросла. Некоторые предприятия полностью перешли на использование этой древесины. Поставка щепы марки ПВ допускается из смеси хвойных и лиственных пород только по согласованию с потребителем.

Геометрические размеры щепы установлены следующие, длина частиц по направлению волокон должна быть в пределах от 10 до 35 мм, толщина - не более 5 мм. Массовая доля кондиционной фракции с размером частиц от 10 до 30 мм должна быть не менее 79%. Массовая доля крупной фракции с размером частиц более 30 мм и мелкой фракции с размерами частиц от 5 до 10 мм допускается не более чем по 10%. Отсев частиц размерами менее 5 мм ограничен и должен быть не более 1%.

Примеси в щепе для производства древесноволокнистых плит регламентируются в тех же пределах, что и для производства древесностружечных. Содержание коры допускается в количестве не более 15%, поэтому предварительной окорки древесного сырья не требуется. Высокое содержание коры в щепе затрудняет процесс обезвоживания волокнистого ковра, ухудшает внешний вид готовых плит, загрязняет сточные воды. Выход волокнистой массы из осиновой коры примерно на 26 % ниже, чем из стволовой древесины, из еловой коры на 13 %. Примеси коры снижают не только выход волокнистой массы, но и показатели прочности плит. Наличие в щепе березовой коры вызывает затруднения при отделке твердых древесноволокнистых плит лакокрасочными материалами.

Массовая доля гнили в щепе марки ПВ допускается не более 5%. Используют щепу и с большим содержанием гнили, но при соответствующей корректировке технологического режима. Гниль способствует снижению

выхода волокнистой массы, ухудшению прочностных свойств плит и загрязнению сточных вод. Однако для выработки щепы марки ПВ допускается древесное сырье без предварительно удаленной гнили, но с ограничением ее размеров на торцах лесоматериалов не более $\frac{2}{3}$ их диаметра.

Обугленные частицы и металловключения в щепе марки ПВ не допускаются. Массовая доля минеральных примесей ограничена содержанием не более 1%. Указанные примеси отрицательно сказываются на качестве плит и состоянии размольного оборудования.

В зависимости от назначения щепу для гидролизного производства изготавливают по ГОСТ 15815-83 трех марок: ГП-1, ГП-2 и ГП-3. Щепа марки ГП-1 предназначена для выработки спирта, дрожжей, глюкозы и фурфурола, марки ГП-2 - для выработки пищевого кристаллического ксилита, марки ГП-3 - для выработки фурфурола и дрожжей при двухфазном гидролизе.

Качество кромок и угол среза частиц в щепе для гидролиза не учитывают. Породный состав сырья при выработке щепы ГП-1 зависит от профиля гидролизного производства и вида получаемой продукции. Для спиртового и дрожжевого производства пригодна древесина всех хвойных и лиственных пород. Однако смесь древесины допускается в любом соотношении пород только для заводов дрожжевого профиля. В производстве спирта используют щепу, состоящую не менее чем на 70 % из хвойной либо лиственной древесины, с примесью соответственно лиственной либо хвойной не более 30%. Для гидролизных заводов фурфурольного профиля пригодна щепа ГП-1 из сырья любых лиственных пород, однако массовая доля древесины хвойных пород здесь допускается не более 5%. Для производства глюкозы используют древесное сырье только хвойных пород без примесей лиственных. Щепу марки ГП-2 для производства ксилита вырабатывают только из древесины березы с примесью осины не более 10%. В производстве фурфурола и дрожжей при двухфазном гидролизе также используют только лиственные породы. В этом случае щепу марки ГП-3 изготавливают из древесины березы, бука, клена, дуба и граба с ограниченной примесью осины не более 10%.

Геометрические размеры частиц щепы всех марок для гидролизных производств нормируются по длине волокна в пределах от 5 до 35 мм, по толщине не более 5 мм. Ширина щепы не регламентируется. С увеличением размеров частиц уменьшается удельная плотность загрузки сырья в гидролизаторах, замедляется процесс пропитки, что приводит к уменьшению скорости процесса гидролиза. Из более крупных частиц медленнее идет процесс диффузии сахара в окружающую жидкость, снижается его выход. Чем крупнее частицы, тем меньше выход сахара. Так, при переработке опилок выход сахара достигает 50 % абсолютно сухой массы. При переходе от опилок к щепе размером 10X50 мм выход сахара уменьшается на 4-10 %, а при переработке еще более крупной щепы размером 15x60 мм выход сахара падает на 25 %.

Фракционный состав щепы одинаков для марок ГП-1 и ГП-2. Массовая доля кондиционной фракции размером от 5 до 30 мм должна составлять не менее 90 %. Крупная фракция частиц размером более 30 мм и мелкая фракция

размером менее 5 мм должны составлять не более чем по 5 %. Фракционный состав щепы марки ГП-3 несколько отличается, хотя содержание крупной фракции регламентируется в тех же пределах.

Массовая доля кондиционной фракции здесь возрастает до 94 % и соответственно до 1 % сокращается содержание мелкой фракции.

Известно, что из опилок в гидролизном производстве получают большой выход сахара. Однако их примеси в щепе нежелательны, так как процесс гидролиза требует равномерного гранулометрического состава сырья. Поэтому поставки гидролизным заводом опилок и щепы должны производиться отдельно. Примеси коры в щепе марки ГП-1 для гидролизного производства ограничиваются содержанием не более 11 % общей массы. В коре содержится повышенное содержание зольных веществ, меньше общих полисахаридов и сбраживаемого сахара - гексоз. Зольные вещества коры, вступая в реакцию с серной кислотой в гидролизаппарате, нейтрализуют ее и снижают рабочую концентрацию. Выработка щепы марки ГП-1 допускается без окорки, однако относительное содержание коры в щепе возрастает с уменьшением диаметра сырья. Повышенное содержание коры в щепе возможно, но требует корректировки кислотного режима варки. Более жестко регламентируется содержание коры в щепе марок ГП-2 и ГП-3, где массовая доля ее должна быть не более 3%. В производстве щепы этих марок обязательно требуется окорка сырья.

Массовая доля гнили не должна превышать 2,5% в щепе марки ГП-1 и 1 % в щепе марок ГП-2 и ГП-3. Ограничение гнили вызвано тем, что пораженная древесина имеет меньшую плотность, большую зольность, меньшее содержание пентозанов, что снижает выход и концентрацию сахара в гидролизате, ухудшает технико-экономические показатели производства.

Обугленные частицы и металлические включения в щепе всех марок не допускаются. Массовая доля минеральных примесей ограничена содержанием не более 0,5 и 0,3% соответственно для щепы марок ГП-1 и ГП-3. Минеральные примеси в щепе марки ГП-2 для выработки ксилита не допускаются.

Контрольные вопросы

1. Что такое древесноволокнистая плита?
2. Какую породу древесины применяют для ее изготовления?
3. Назовите основные геометрические параметры щепы установленные для изготовления древесноволокнистых плит?
4. Какие примеси применяют при изготовлении древесноволокнистых плит?
5. Обоснуйте недопустимость наличия в щепе металлических включений?

17. ЗАГОТОВКА И ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВИСИНЫ В ЩЕПУ ДЛЯ ПЛИТНОГО И ГИДРОЛИЗНОГО ПРОИЗВОДСТВА.

Состав операций в производстве щепы, предназначенной для плит и гидролиза, включает сортировку древесного сырья по породам, раскряжевку долготья, раскалывание, подачу сырья в рубительную машину, измельчение и сортировку частиц. Окорки древесного сырья не требуется, за исключением случаев, когда щепка используется для производства специальных высококачественных плит, ксилита, фурфурола и дрожжей при двухфазном гидролизе. Выработка такой щепы требует тщательной окорки и ничем не отличается от технологии получения щепы для целлюлозно-бумажного производства.

Важное значение имеет сортировка древесного сырья по породам, которая предопределяется требованиями стандарта или потребителя щепы. Сырьем для выработки щепы служит низкокачественная и тонкомерная древесина, отходы раскряжевки и лесосечные отходы. Производство щепы из лесосечных отходов осуществляется передвижными рубительными машинами непосредственно на трелевочном волоке (рис. 20а и 7а) или лесопогрузочном пункте (рис. 20б и 7б). Лесосечные отходы предварительно должны быть рассортированы по породным группам и собраны в кучи 3. Бригада рабочих отбирает из состава отходов обломки стволов, вершины, тонкомерные стволы и крупные сучья диаметром более 3-4 см. С помощью мотоинструмента древесное сырье очищают от сучьев, распиливают на отрезки, удобные для их окучивания у трелевочного волока.

Если рубительная машина оборудована манипулятором, то окучивание сырья допускается в пределах вылета стрелы. На одной площадке 4 окучивают 0,3-0,5 м³ сырья длиной до 3 м.

Сбор и окучивание древесного сырья необходимо производить сразу после вырубki, так как отходы быстро заселяются стволовыми вредителями леса.

Отходы, оставшиеся после зимней вырубki, следует переработать после весенней распутицы (как только позволят дорожные условия в лесу). Такие отходы служат основной кормовой базой для развития елового гравера - активного стволового вредителя. На практике оправдала себя технология заготовки дополнительного древесного сырья на участке лесосеки, расположенном через две пасеки от зоны валки, после трелевки деревьев на лесопогрузочный пункт.

Собранное древесное сырье измельчает в щепу прицепная или самоходная рубительная машина 2 (см. рис. 20, а). Передвигаясь по трелевочному волоку, она подбирает манипулятором древесное сырье и подает его в загрузочный патрон. Измельченная древесина накапливается в сменном кузове 1, который передвигается за рубительной машиной на прицепе. После наполнения кузов отвозят на лесопогрузочный пункт и перегружают на автощеповоз 6, который отвозит щепу на нижний склад или склад потребителя. На прицепе к рубительной машине устанавливают порожний кузов 5, после чего она вновь следует по трелевочному волоку и измельчает окученное сырье.

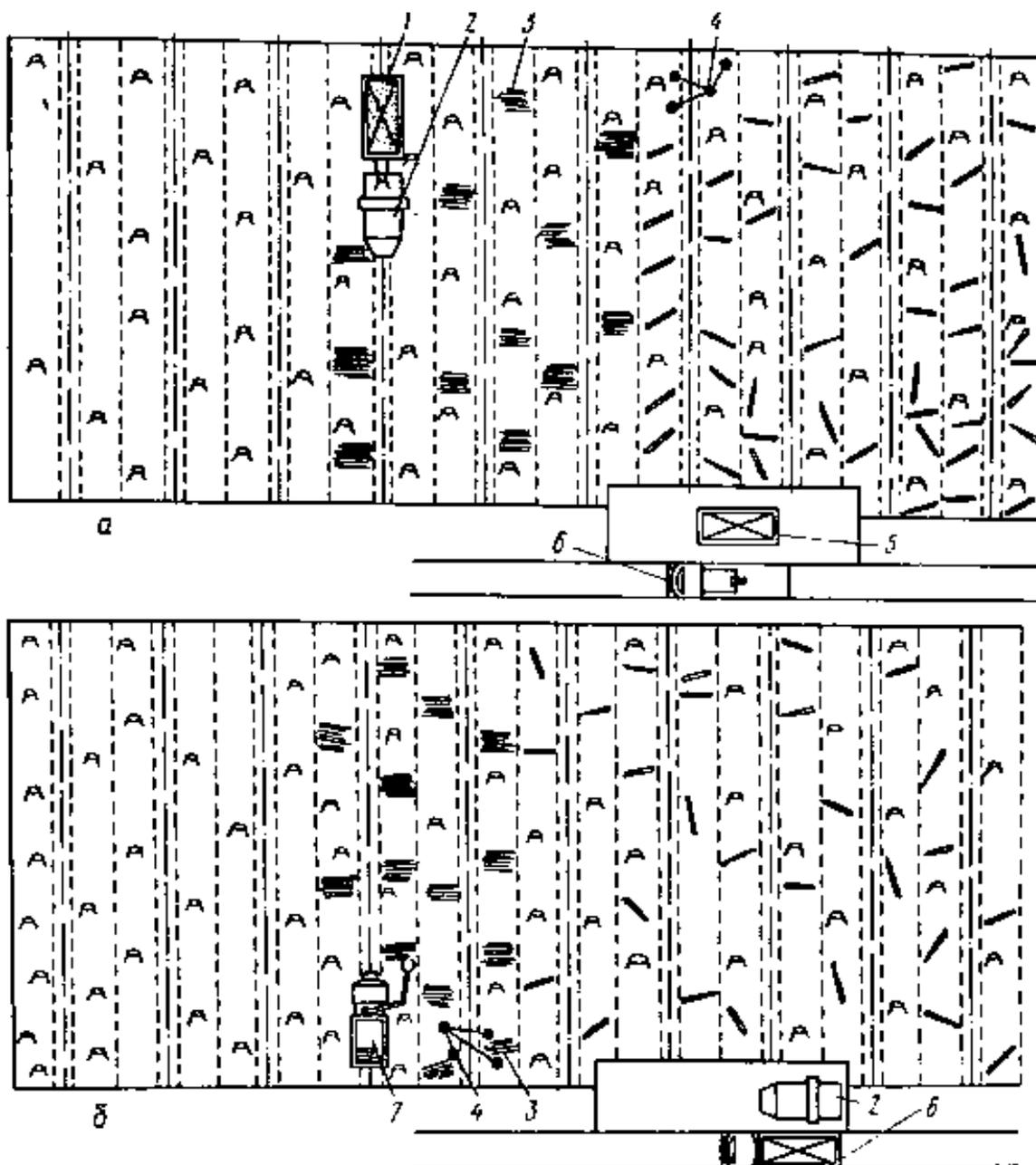


Рис. 20 Технологическая схема производства щепы для плит и гидролиза:
 а — на лесосеке; б — на лесопогрузочном пункте.

В условиях лесосеки важное значение имеет правильный выбор рубительной машины и технологии переработки сырья. Необходима разработка не только самоходных, но и прицепных рубительных машин с достаточно большим проходным сечением патрона, чтобы измельчать сырье любых размеров без дополнительного раскалывания на колунах. Определенные преимущества имеет рубительная машина, расположенная на поворотной платформе, благодаря чему ее легко можно развернуть загрузочным патроном в сторону площадки, где расположено древесное сырье.

На технологический процесс производства щепы в условиях лесосеки воздействуют различные факторы: объем, породный состав, концентрация

сырья на одной лесосеке. Поэтому предусмотрен третий вариант технологии, основанный на измельчении древесного сырья в условиях нижних складов.

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. 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. Технология переработки такого сырья на нижнем складе может производиться на установках типа УПЩ или по схеме, показанной на рис 7в и 7г. Преимуществом такой технологии является возможность производства из дополнительного древесного сырья, собранного на лесосеке, не только щепы, но и круглых деловых сортиментов. В условиях лесных складов они предварительно могут быть окорены

. Контрольные вопросы

1. Что такое гидролизное производство?
2. Для чего применяются самоходные рубительные машины?
3. Какие факторы воздействуют на технологический процесс производства щепы в условиях лесосеки?
4. Объясните принцип сортировки древесного сырья по породам?
5. Каким образом можно повысить перспективность производства из дополнительного древесного сырья?

18. ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВСИНЫ В ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ.

В зависимости от назначения технологическую щепу для целлюлозно-бумажного производства изготавливают по ГОСТ 15815-83 трех марок: Ц-1, Ц-2 и Ц-3. Щепа марки Ц-1 предназначена для выработки сульфитной целлюлозы и древесной массы с регламентируемой сорностью, щепа марки Ц-2 - для выработки сульфитной целлюлозы и древесной массы для бумаги и картона с нерегламентируемой сорностью, а также сульфатной и бисульфатной целлюлозы для бумаги и картона с регламентируемой сорностью, щепа марки Ц-3 - для выработки сульфатной целлюлозы и различных видов полуцеллюлозы для бумаги и картона с нерегламентируемой сорностью. Качество технологической щепы для целлюлозно-бумажной промышленности определяется породой древесины, геометрическими размерами частиц, дефектами обработки торцовых срезов, примесями коры, гнили и инородных включений.

Породы древесины используют в целлюлозно-бумажном производстве практически все, особенно для выработки полуцеллюлозы. Наиболее широкое применение находят сосна, ель, пихта, осина, береза и лиственница. Для

выработки сульфитной и бисульфитной целлюлозы потребляется древесина ели и пихты с ограниченными примесями до 10 % лиственных пород. Древесная масса вырабатывается только из древесины ели и пихты без примеси лиственных пород. Технологическая щепка из ели и пихты высоко ценится, поэтому древесное сырье этих пород должно быть выделено на лесных складах из общего потока и переработано отдельно от других пород. Для выработки целлюлозы по сульфатному способу применяют все хвойные породы, однако щепка из древесины лиственницы должна поставляться отдельно. Массовая доля лиственных пород в щепке здесь должна составлять не более 10%.

По химическому строению и качеству волокон лиственные породы являются менее качественным сырьем для целлюлозно-бумажной промышленности. Волокна их значительно короче, имеют меньший диаметр и прочность. Масса из лиственной древесины имеет слабовыраженную волокнистую структуру, более низкую механическую прочность и потому пригодна для производства бумаги только в смеси с полуфабрикатами из древесины хвойных пород. По ГОСТ 15815-83 все лиственные породы могут быть использованы для выработки щепки, предназначенной для переработки по сульфатному способу. Но в производстве сульфитной и бисульфитной целлюлозы допускается использовать только березу, осину, тополь, ольху, бук и граб. При поставке щепки из лиственных пород массовая доля хвойных в смеси не должна быть более 10 %.

Лиственные породы древесины без ограничений используются для выработки нейтрально-сульфитной целлюлозы, но щепку из твердолиственных пород следует поставлять отдельно от мягколиственных. Примесь хвойных пород в щепке здесь не допускается.

Геометрические размеры щепки (длина, толщина) и фракционный состав являются наиболее важными показателями ее качества. Идеальная технологическая щепка должна обладать способностью, быстро пропитываться варочным раствором, что является условием полного провара щепки. Если исходить из скорости пропитки и качества варки, то щепка должна быть, возможно, меньшей длины. Чем короче и тоньше щепка, тем скорее пропитывается она варочными растворами, быстрее варится и требует меньшего расхода тепла. Однако выход целлюлозы из такой мелкой щепки и ее прочностные показатели более низкие.

При рассмотрении влияния геометрических размеров необходимо принимать во внимание отдельно длину, толщину и ширину щепки, учитывать способ варки целлюлозы. При сульфатной варке толщина щепки оказывает очень большое влияние на равномерность ее провара. Длина щепки, хотя и влияет на равномерность реакции делигнификации, но значительно в меньшей степени. Объясняется это тем, что при сульфатной варке диффузия варочного щелока в продольном, тангенциальном и радиальном направлениях происходит примерно с одинаковой скоростью. Поэтому решающую роль в определении количества химикатов, достигающих центра щепки при сульфатной варке, будет играть наименьший размер щепки, т. е. ее толщина. Оптимальной толщиной щепки для варки сульфатной целлюлозы большинство исследователей считают

2-3 мм. Щепка должна быть равномерной по толщине, так как при варке частиц различной толщины получается целлюлоза низкого качества, возрастает доля отходов.

На существующих дисковых рубительных машинах невозможно получить щепу равномерной толщины, которая колеблется в очень широких пределах. Это объясняется тем, что толщина щепы не формируется машиной, а зависит от физико-механических свойств древесины.

Оптимальными являются длина от 18 до 25 мм, толщина 3-5 мм, ширина щепы не играет существенной роли, но устанавливается в пределах до 20 мм. Несколько иные размеры щепы желательны при переработке древесины хвойных и лиственных пород. Для сульфитной целлюлозы из хвойных пород, предназначенной для бумаги, не следует использовать в больших количествах щепу короче 15 мм. Укорочение волокна древесины в такой щепе, вызванное рубкой, оказывает влияние на показатели прочности целлюлозы. Поэтому оптимальной длиной щепы при сульфитной варке считают для хвойных пород от 15 до 20 мм, для лиственных от 10 до 15 мм.

Действующий ГОСТ 15815-83 устанавливает следующие геометрические размеры щепы для целлюлозно-бумажного производства: длина в пределах от 15 до 25 мм, толщина не более 5 мм, ширина не регламентируется. Реальные размеры щепы изменяются в широких пределах и определяются целым рядом факторов, наиболее важными из которых являются физико-механические свойства измельчаемой древесины, режимы резания и конструктивные особенности рубительных машин. На практике длина щепы по волокну достигает 50 мм, толщина 12 мм, ширина колеблется в пределах от 2 до 60 мм. Для выравнивания щепы по размерам ее сортируют, удаляя чрезмерно крупные и мелкие частицы. Но даже и после сортировки щепка содержит частицы различных размеров. Количественное соотношение частиц определенных размеров в общей массе технологической щепы определяет ее фракционный состав. Частицы, близкие по своим геометрическим размерам, образуют какую-либо фракцию щепы. Различают кондиционную, крупную и мелкую фракции. Содержание частиц по фракциям регламентируется действующим стандартом.

Кондиционную фракцию щепы образуют частицы длиной от 10 до 30 мм. Их массовая доля должна составлять не менее 86, 84 и 81 % соответственно для щепы марок Ц-1, Ц-2 и Ц-3. Крупная фракция щепы ограничивается содержанием массовой доли не более 3; 5 и 6 % частиц размерами более 30 мм соответственно для марок щепы Ц-1, Ц-2 и Ц-3. Крупные частицы, отбракованные при сортировке, как правило, содержат сучки или отщепы древесины из прилегающей к ним зоны завитков. Такие частицы рекомендуется направлять на доизмельчение в рубительные машины.

Мелкая фракция щепы размерами от 5 до 10 мм допускается в количестве не более 10 % для щепы всех марок. Частицы размерами менее 5 мм образуют отсев и в составе (Отгружаемой технологической щепы их массовая доля должна быть не более 1 % для щепы марок Ц-1, Ц-2 и не более 3% для щепы марки Ц-3.

Среди мелких частиц в щепе вызывают затруднения при переработке так называемые спички или иглы — длинные частицы, поперечное сечение которых не более 1—2 мм (рис. 21, д).

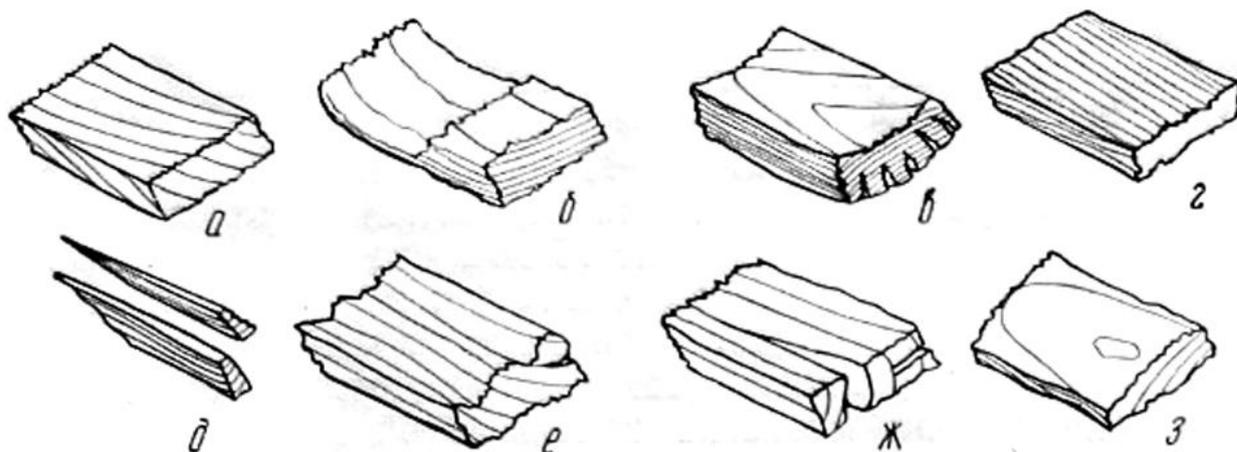


Рис 21. Виды частиц технологической щепы

В геометрии частиц технологической щепы важное значение имеет угол среза, образованный поверхностью реза и направлением волокон, который должен быть в пределах 30-60°. В щепе с таким углом среза древесина имеет меньше повреждений. Количество щепы, не соответствующей этому требованию, не должно превышать 30 % объема партии.

На рис. 21 показаны различные виды частиц технологической щепы. В тщательно отрегулированной дисковой рубительной машине с хорошо заточенными ножами большинство частиц имеют размеры и форму, близкую к стандартной (рис. 21, а). Однако один из торцов щепы часто имеет заметно поврежденную, мятую поверхность (рис. 21, г). При затуплении ножей или неустойчивом положении чурака в процессе резания могут быть получены частицы с рваными торцами (рис. 21, б) Измельчение древесины нередко сопровождается образованием трещин в щепе (рис 21, е, ж), в результате чего получают частицы-спички (рис 21, д)

. Контрольные вопросы

1. Что включает целлюлозно-бумажное производство?
2. Для чего применяются полуцеллюлозу?
3. Назовите оптимальную длину технологической щепы?
4. Объясните, почему по химическому строению и качеству волокон лиственные породы являются менее качественным сырьем для целлюлозно-бумажной промышленности?
5. Какие виды технологической щепы вы знаете?

19. ПРОИЗВОДСТВО СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИЛОВ С ДРЕВЕСНЫМ НАПОЛНИТЕЛЕМ НА ОСНОВЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ

Арболит относится к группе легких бетонов и предназначен для изготовления теплоизоляционных и конструкционных материалов и изделий, применяемых в зданиях различного назначения с относительной влажностью воздуха помещений не более 60% и при отсутствии агрессивных газов.

За рубежом аналогичными материалами являются *велокс*, *дюризол*, *пилинобетон*, *вундстоун*. Конструкции из дюризолола нашли широкое применение в Бельгии, Швейцарии, Японии, Канаде, Франции, Индии, США, Дании, Голландии, из инлинобетона – в Чехии и других странах.

Конструкции из легких бетонов на органических заполнителях весьма разнообразны, из них изготавливают мелкие стеновые камни, теплоизоляционные шипы, кровельные панели, полы, а также крупные стеновые панели и блоки.

Строительные дома и конструкции из арболита используются не только для наружных стен, а также и для внутренних межквартирных и межкомнатных стен и перегородок.

Изделия из арболита, имея сравнительно невысокую среднюю плотность – 400–850 кг/м³, обладают отличными строительными, физико-химическими свойствами. Они легко поддаются сверлению, обработке режущим инструментом и оштукатуриванию. В них можно забивать гвозди и ввинчивать шурупы. Они трудносгораемы, не разрушаются в воде, морозо- и биостойки, не гигроскопичны, мало теплозвукопроводны и долговечны. Благодаря этим свойствам арболит широко применим в строительстве. Из него получают стеновые панели и блоки, плиты покрытия для совмещенных кровель и плиты покрытия, усиленные железобетонными брусками, перегородочные плиты для культурно-бытовых и торговых зданий, объемно-пространственные конструкции. Используется он и для монолитного строительства.

В качестве *древесного заполнителя* применяются древесные частицы измельченной древесины в виде щепы, дробленки, шерсти, опилок, древесной крошки, пыли и муки, измельченной коры или отходов окорки.

Сырьем для древесного заполнителя могут быть: круглый сортимент, соответствующий по размерам, качеству и форме пиловочному сырью; кусковые отходы – горбыли, рейки, короткомерные отрезки лесопильного производства; отрезки деревообрабатывающих, мебельных, столярно-строительных и других производств; шпон-рванина, карандаши, отструг фанерных производств; стружка, древесная шерсть, древесная крошка деревообрабатывающих, мебельных столярно-строительных производств; опилок, древесная пыль всех видов производств, где производят пиление и шлифование древесины; кора – в лесопильном производстве.

Предпочтение отдается отходам деревообработки, так как они имеют требуемую (эксплуатационную) или транспортную влажность.

В зависимости от природы вяжущего (связующего) вещества композиционные материалы можно разделить на три группы:

– *синтетические полимеры* – в качестве связующего вещества используются фенолоформальдегиды, карбамидоформальдегиды, синтетические – полимеры, алигомеры и мономеры. К таким композициям относятся: изделия из масс древесных прессовочных (МДП), древесноклеевые

композиции (ДКК), древесноволокнистые плиты (ДВП), древесностружечные плиты (ДСтП), древеснослоистые пластики (ДСП), модифицированная древесина;

– *неорганические минеральные вяжущие* вещества – клинкерные;

– *природные клеящие* вещества для производства пьезотермопластиков, минуглеводных пластиков и т. д.

Неорганические минеральные вяжущие – это порошкообразные вещества, которые при смешивании с водой или водными растворами некоторых солей образуют тесто (пластическую массу), способные со временем отвердевать, превращаться в камневидное тело.

По способности твердеть разделяют минеральные вяжущие:

воздушные – способны при смешивании с водой затвердевать и длительно сохранять прочность только на воздухе. К ним относятся: воздушная известь, гипсовые и магнезиальные вяжущие. Они применяются в сооружениях, которые не подвергаются воздействию влаги;

гидравлические – после твердения сохраняют свою прочность как на воздухе, так и в воде. Процесс твердения протекает на воздухе или в среде, изолированной от воды. К ним относятся: цемент (портландцемент, смешанные), гидравлическая известь. Наиболее распространенные минеральные вяжущие – цемент, гипс, магнезиальные.

Цемент используется для производства композиционных материалов типа арболита, цементно-стружечных плит, опилкобетона, фибролита и других изделий.

Клинкер – продукт обжига до полного спекания искусственной смеси, состоящей из 75 % карбоната кальция (известняк) и 25 % глины. При производстве цементов применяют клинкер, по химическому составу соответствующий технологическому регламенту. Массовая доля оксида магния (MgO) в клинкере не должна быть более 5%. В связи с особенностью химического состава используемого сырья допускается содержание MgO в клинкере свыше 5 %, но не более 6 %.

Пуццолановый портландцемент — продукт совместного тонкого измельчения клинкера, гипса и активной минеральной добавки или тщательного смешивания этих же отдельно измельченных материалов. Количество добавок вулканического происхождения (пемза, туфы), обожженных глин, топливных шлаков, осадочного происхождения должно быть свыше 20 %, но не более 40 % от массы готового цемента.

Цементно-стружечные плиты – это крупногабаритный конструктивный листовой материал, изготовленный прессованием древесных частиц с цементными вяжущими и химическими добавками по ГОСТ 26816-86.

Цементно-стружечные плиты обладают рядом свойств основных компонентов частиц древесины и цемента и имеют лучшие физико-механические и строительные свойства, чем конструктивно-отделочные плиты ДВП и ДСтП. Они отличаются более высокой прочностью, влагостойкостью и относятся к группе трудносгораемых материалов, имеют повышенную биостойкость, легко обрабатываются, хорошо склеиваются с древесиной,

нетоксичны. Поэтому ЦСП используют в строительстве и в качестве стеновых панелей, плит перекрытий, элементов подвесных потолков, вентиляционных коробок, при устройстве полов, подоконных досок, облицовок, обшивок. За рубежом ЦСП выпускаются под названиями *дюрипанель*, *фамапанель*, *элтен* и др.

В зависимости от физико-механических свойств ЦСП подразделяют на две марки: СПП-1 и ЦСП-2. По количеству слоев выпускаются однослойные и трехслойные ЦСП. *Однослойные* ЦСП имеют прочность на изгиб на 10–15% выше, чем *трехслойные*. Однако *трехслойные* ЦСП имеют более ровную, гладкую и водостойчивую поверхность.

В качестве сырья для *древесного наполнителя* рекомендуется применение тонкомерной древесины (мелкой диаметром 6–13 см) хвойных (ГОСТ 9463-88) и лиственных (ГОСТ 9462-88) пород. Из хвойных пород рекомендуется использовать ель, пихту, сосну, которые заготовлены в зимне-осенний период, так как содержание водорастворимых сахаров в древесном наполнителе не должно превышать 0,5%. Из лиственных пород рекомендуется использовать березу и осину. Однако прочностные показатели плит при использовании лиственных пород снижается на 10–15%, содержание водорастворимых сахаров не должно быть выше 0,2%. Также используются пиловочник низкого качества, дрова, отходы лесопиления (горбыли, рейки, отрезки), но при этом физико-механические свойства плит снижаются на 10–15%. Качество сырья должно быть не ниже 2-го сорта. Использовать смешанные породы не рекомендуется.

Из вышеперечисленных видов сырья получают *древесный наполнитель* – резаную тонкую гладкую стружку с оптимальными размерами: толщина – 0,3 мм, ширина – 1,6–4,8 мм, длина – 25–31 мм.

В качестве *вяжущего* используют портландцемент марки 500 (ГОСТ 10178-76). К нему предъявляются дополнительные требования: не допускается наличие пластификатора и повышенное (более 5%) содержание шлаковых добавок.

С целью нейтрализации экстрактивных свойств древесины и снижения их отрицательного воздействия на процессы твердения цемента был изучен ряд *химических добавок*. Наилучшие результаты получили *жидкое стекло*, *сернокислый алюминий*, а также комплексные добавки: *сернокислое оксидное железо + хлорид кальция + известь*, *сернокислый алюминий + хлорид кальция*, *сернокислый алюминий + хлорид кальция + жидкое стекло*.

Выбор химических добавок и их количество зависит от породы древесины, ее растительного происхождения, формы, размеров, качества древесного наполнителя, а также параметров и требуемых физико-механических свойств цементно-стружечных плит.

. Контрольные вопросы

1. Какие строительные материалы с древесным наполнителем вы знаете?..
2. Что из себя представляет арболит?

3. Какие минеральные связующие применяются при изготовлении строительных материалов с древесным наполнителем?

4. Что служит сырьем в качестве древесного наполнителя?

20. ПЕРЕРАБОТКА НИЗКОКАЧЕСТВЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ В ЦЕХАХ

Тонкомерная древесина является значительным источником дополнительного древесного сырья. Она пригодна для заготовки технологического сырья из вершинной части, измельчаемого в щепу, а также выработки балансов и пиловочника, если его диаметр в верхнем отрезе не менее 6–8 см. Такой пиловочник служит сырьем для производства мелких пиломатериалов небольших сечений (тарная дощечка, клепка, черновые заготовки для мебели) товаров народного потребления (штaketник, декоративная рейка, обшивка, изделия для быта, рукоятки ручного инструмента, крепежные клинья, различные прокладки для складирования строительных конструкций).

Основным направлением использования тонкомерной древесины является ее переработка на различные виды пилопродукции. В данном виде производства значительное место принадлежит переработке низкокачественной древесины на тарные комплекты и различные виды короткомерных заготовок. *Тарные комплекты* представляют собой набор деталей (дощечек и планок) определенных размеров соответствующих типоразмеру ящика.

Сырьем являются низкосортные круглые лесоматериалы хвойных и лиственных пород, дровяная древесина, а также отходы лесопильного и шпалопильного производств. В общем объеме сырья около половины составляют лиственные породы, из которых наиболее распространены береза и осина. Основным пороком используемого для переработки сырья является ядровая гниль, которая резко понижает прочность древесины. Поэтому гниль не допускается ни в одном из видов получаемой продукции и при раскросе древесины, пораженная гнилью, идет в отходы. Для выработки тарных комплектов может быть использовано древесное сырье диаметром до 38 см со сквозной гнилью размером до 0,5 диаметра торца и длиной не менее 0,6 м. Основным технологическим принципом переработки низкокачественного сырья на тарные комплекты и заготовки является рациональный раскрой, который должен обеспечивать максимальный выход товарной продукции.

При этом применяется такой же самый технологический процесс производства, как и в лесопилении. Он включает следующие основные операции по раскрою тонкомерного сырья: распиловка бревен, распиловка

пиломатериалов (продольная распиловка по ширине и толщине); торцовка досок. Одной из важнейших задач раскроя является обеспечение максимального выхода товарной продукции, по которому судят об эффективности того или иного способа.

В практике применяют *групповые* и *индивидуальные* способы распиловки. *Групповые* способы распиловки позволяют учитывать лишь общие размерно-качественные показатели перерабатываемого сырья. *Индивидуальная распиловка* позволяет учесть особенности каждого перерабатываемого лесоматериала, что способствует повышению выхода продукции. Из индивидуальных способов раскроя низкокачественного сырья применяются *брусковый* и *сегментный*. Последний характеризуется тем, что из здоровой части бревна выпиливаются сегменты, которые затем распиливаются на трехкантные бруски, толщина которых равна ширине заготовок.

В качестве оборудования для переработки тонкомера данными способами раскроя применяют лесопильные рамы, круглопильные и фрезерно-брусующие станки, а также комбинированные агрегатные линии. Для распиловки бревен применяют в основном одноэтажные лесорамы, в том числе и коротышевые. Их применение особенно эффективно при раскрое круглых лесоматериалов брусковым способом. При этом получаемая на них промежуточная продукция имеет высокую точность размеров и качество поверхности пропила, что важно для формирования окончательных размеров пиломатериалов. На коротышевых лесорамах распиливают короткие бревна длиной от 1 м и выше, что позволяет рационально использовать тонкомерную древесину. Для распиловки брусьев применяют тарные лесорамы, которые обеспечивают за счет небольшой толщины пропила возможность выпилки продукции толщиной от 6 мм, шириной 40–120 мм и длиной 0,8–4 м. Их основным недостатком является невысокая производительность. Круглопильные станки применяют для распиловки мелких бревен диаметром 10–18 см на брусья и необрезные доски, а чаще всего для получения обрезных пиломатериалов из брусьев. Преимуществом круглопильных станков по сравнению с лесорамами является большая производительность и простота конструкции. Однако они имеют несколько меньший выход продукции за счет большей ширины пропила и более низкую точность распиловки. Для одновременного изготовления бруса и технологической щепы путем фрезерования горбыльной части бревна применяют фрезерно-брусующие станки. Получение бруса и щепы за один проход бревна обеспечивает высокую эффективность применения данного вида оборудования и линий на его основе. После фрезерования брус подается в многопильный модуль, где распиливается на обрезные доски. Важнейшим преимуществом фрезерно-брусующих станков является возможность переработки тонкомерных сортиментов диаметром от 6 до 14 см. Линия агрегатной переработки бревен (ЛАПБ) работает на основе принципа совмещения операций формирования сечений пиломатериалов и получения технологической щепы. Она предназначена для переработки бревен диаметром 10–18 см на обрезные доски. Вначале бревна обрабатываются до формы

ступенчатого бруса, который затем распиливается по развальной однопроходной схеме. Применение данного оборудования способствует созданию малооперационной технологии, обеспечивает повышение производительности труда и комплексного использования сырья до 86–92 %.

Технологический процесс переработки низкокачественного сырья на короткомерную продукцию включает следующие основные операции: подготовку и подачу лесоматериала в цех; первичный раскрой кряжей, раскрой промежуточных материалов (брусков, досок и др.); формирование толщины, ширины и длины полуфабрикатов, укладку полуфабрикатов в пакеты и сушильные штабели сушку полуфабрикатов; окончательное формирование размеров пилопродукции; сортировку, пакетирование, хранение и отгрузку потребителю; утилизацию древесных отходов.

Важное значение в производстве тарных комплектов и заготовок имеет нормирование расхода сырья. Норма расхода лесоматериалов в получении маломерной продукции показывает максимально допустимое количество сырья, необходимое для производства конкретной продукции при определенной технологии. Установление данного показателя позволяет достаточно эффективно осуществлять переработку низкокачественной древесины.

. Контрольные вопросы

1. Какая древесина относится к тонкомерной?
2. Какую продукцию можно получить из низкокачественной древесины?
3. Чем отличаются индивидуальный и групповой методы распиловки?
4. Назовите оборудование применяемое для продольной распиловки?
5. В чем состоит особенность переработки короткомерного сырья?

21. ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОМАССЫ ДЕРЕВА

В связи с ростом цен на традиционные импортируемые энергоносители и ограниченными их запасами, в Беларуси идет поиск местных альтернативных источников энергии. Одним из таких наиболее дешевых и возобновляемых источников является биотопливо (биомасса), среди которого выделяют несколько его разновидностей.

1. Древесное топливо (дрова); древесные отходы, не используемые в качестве деловой древесины или технологического сырья; тонкомерная и некондиционная древесина; древесно-кустарниковая растительность, которая вырубается при мелиоративных работах и очистке площади под строительство; деревья и кустарники быстрорастущих пород, выращенные на плантациях для энергетического использования.

2. Отходы растениеводства (солома, костра, лузга и др.).
3. Отходы животноводства.

4. Бытовые органические отходы.

На нынешнем этапе с ограниченными финансовыми возможностями приоритет должен быть отдан расширению использования первой разновидности биотоплива. Ежегодно в стране в результате хозяйственной деятельности человека образовывается порядка 8–12 млн. м³ древесных отходов и низкокачественной древесины. Использование их в качестве энергоресурсов может привести к снижению потребления нефтепродуктов на 8–12 % и является важнейшим путем создания экономической и надежной энергетической базы предприятий лесного комплекса. Сегодня в республике древесное топливо является самой дешевой и значительной по объему использования формой аккумулирования возобновляемой энергии. Его доля в топливном балансе страны составляет около 7%, однако за счет широкомасштабного использования биомассы как энергетического топлива эту цифру можно увеличить в несколько раз.

Чем же привлекает древесная биомасса как источника энергетического сырья? Во-первых, она возобновляема. Во-вторых, она местная, повышающая энергобезопасность страны, экономящая валютные средства и снижающая зависимость от импорта. В-третьих, она по своему жизненному циклу максимально вписывается в концепцию устойчивого развития, что позволяет утилизировать как все отходы лесного комплекса (сучья, тонкомерное дерево, горбыли и т.п.), так и вторичное древесное сырье (старая мебель, бумага, черный щелок и др.). В-четвертых, она не участвует в создании парникового эффекта как ископаемое топливо. Количество CO₂, выделяемое при сгорании древесного топлива, равно количеству CO₂, поглощаемому растениями в процессе фотосинтеза. В-пятых, она экологически чистая. В-шестых, ее использование по сравнению с применением импортного топлива имеет ряд преимуществ: обеспечивается рост числа рабочих мест при проведении работ, связанных с заготовкой, транспортировкой, измельчением, хранением, сжиганием сырья и т.п.; осуществляется вложение финансовых средств в местную экономику; создается образ «Зеленого региона»; создаются предпосылки для развития новых направлений соответственно лесного машиностроения, научно-исследовательских и отраслевых конструкторских разработок; возрастает вероятность привлечения внешних инвестиционных субсидий для строительства теплофицированных установок, работающих на древесном топливе. Сравнительная характеристика древесной биомассы с традиционными видами ископаемого топлива приведена в табл. 6.

Таблица 6

Сравнительная характеристика различных видов топлива

Вид топлива	Теплота сгорания, МДж/кг	Сера, %	Зола, %	Углекислый газ, кг/ГДж
Дизельное топливо	42,5	0,2	1	78
Мазут	42	1,2	1,5	78

Природный газ	35–38	0	0	57
Каменный уголь	15–25	1–3	10–35	60
Гранулы древесные	17,5	0,1	0,5	0
Гранулы торфяные	10	0	4–20	70
Щепа древесная	10	0	1	0
Опилки древесные	10	0	1	0

Важно, что при выращивании и заготовке в лесу древесина нуждается в сравнительно небольшом количестве энергии по отношению к содержанию энергии в ней самой. Так затраты на выращивание, заготовку, транспорт и измельчение древесины составляют лишь 437 МДж/м³, а энергетический выход при сжигании древесины составляет 7440 МДж/м³ (соотношение 1:17).

Древесную массу в том виде, в котором она используется в энергоустановках, называют *рабочим топливом*. Его состав, т.е. содержание отдельных элементов, характеризуется следующим уравнением:

$$C^P + H^P + O^P + N^P + A^P + W^P = 100 \%,$$

где C^P, H^P, O^P, N^P – содержание в древесной массе соответственно углерода, водорода, кислорода и азота, %; A^P и W^P – содержание в топливе соответственно золы и влаги.

Горючая масса топлива – это биомасса, из которой удалены влага и зола. Ценностью древесного топлива с экологической и технологической точки зрения состоит в малой зольности (до 1 % на сухую массу), отсутствии серы (за исключением хвойной коры) и большом содержании летучих веществ (до 80 %). Теплота сгорания ствольной древесины зависит только от двух величин: зольности и влажности. В среднем для смешанного древесного топлива (при влажности 40 %) его теплотворная способность равна 3200 ккал/кг.

Для удобства сравнения и расчетов по энергетическим установкам, работающим на различных видах топлива, используют понятие *условное топливо*. *Условным* называют топливо, имеющее низшую теплоту сгорания (количество тепла, выделяемого при сгорании 1 кг биомассы, без учета тепла, израсходованного на испарение влаги, образующейся при сгорании этого топлива) в расчете на рабочую массу 29,3 МДж/кг, или 7000 ккал/кг. Для перерасчета натурального топлива в условные и наоборот служит калорийный эквивалент.

Калорийный эквивалент – количество условного топлива, эквивалентное по теплоте сгорания единице измерения массы или объема топлива. Калорийный эквивалент древесной *биомассы* есть количество условного топлива в тоннах, эквивалентное по теплоте сгорания одному плотному кубометру древесной биомассы. Он зависит от породы древесины, влажности и зольности. Пересчет древесной биомассы в условное топливо производится по формуле

$$B_{\text{усл}} = V_{\text{пл}} \cdot \mathcal{E},$$

где $B_{\text{усл}}$ – количество условного топлива, т; $V_{\text{пл}}$ – объем древесной биомассы, пл. м³; \mathcal{E} – калорийный эквивалент данного вида древесной биомассы, т у.т./пл.м³.

Для получения энергии из древесной биомассы применяется различное оборудование. По способу получения его можно разделить на следующие виды:

1. Оборудование для прямого сжигания топлива в виде дров, кусковых отходов, дробленки, топливной щепы, опилок, древесных брикетов, пилет и др. – топки различной конструкции со слоевым, вихревым, циклонным и факельным процессами сжигания.

2. Оборудование для газификации биотоплива – газогенераторы. Генераторный газ, получаемый в них из биомассы, может использоваться в небольших котлах и газовых турбинах, а также как энергетически чистое топливо для автомобильного транспорта. В качестве топлива для газогенераторов может применяться древесная щепа, смесь кускового торфа с опилками или стружками в соотношении примерно 1:1 по объему.

3. Оборудование для комплексного использования топлива – комплексные энергохимические установки.

Все виды рассмотренного оборудования при совместной работе с водогрейными котлами, воздушными или водяными теплообменниками позволяют осуществлять теплоснабжение зданий и сооружений различного назначения, получать горячую воду, пар или горячий воздух для обеспечения технологических процессов.

Исследования различных вариантов энергетического использования древесины на предприятиях показывают, что в этой области не существует принципиальных технических трудностей и препятствий. В странах СНГ выпускаются энергоустановки разных модификаций мощностью от нескольких киловатт до нескольких мегаватт, в том числе и передвижные. Широкий ассортимент энергоустановок позволяет в каждом конкретном случае подобрать наиболее соответствующие местным условиям.

. Контрольные вопросы

1. Какие разновидности биотоплива Вам известны?
2. Какова доля использования древесного топлива в общем балансе страны?
3. Приведите сравнительную характеристику различных видов топлива?
4. Что собой представляет рабочее древесное топливо?
5. Зачем введено понятие «условное топливо»?
6. Для чего нужен калорийный эквивалент?
7. Какие способы получения энергии из древесной биомассы Вам известны?

22. ПРОИЗВОДСТВО ОБЛАГОРОЖЕННОГО ДРЕВЕСНОГО ТОПЛИВА

Под *древесным топливом* понимается биотопливо, производимое из малоценной и низкокачественной древесины, а также отходов древесного сырья, образующихся в процессе его выращивания, заготовки и переработки.

По признаку первоначального происхождения древесное топливо подлежит разделению на два вида – *первичное* и *вторичное*.

Первичное топливо подразделяется на топливо из спелого древостоя, из приспевающей и молодой древесины, а также топливо из частично переработанной древесины.

Вторичное древесное топливо производится в целях утилизации ранее использованной деловой древесины в энергетических целях.

Схема классификации наиболее широко распространенных видов древесного топлива по главным определяющим признакам приведена на рисунке 22.

Необлагороженная форма топлива состоит, как правило, из древесных отходов основного производства (сучья, ветви, кора и т.п.), целенаправленно заготовленной топливной древесины (дровяная древесина, пни, корни и т.п.), а также частично переработанного топливного сырья для обеспечения удобства транспортировки и утилизации (пилено-колотые дрова, дробленка, щепа и т.п.).

Облагороженное топливо – специально произведенные из необлагороженного топлива продукты: брикеты (или цилиндры), гранулы и древесный порошок т.е. топлива с гораздо более высокими потребительскими свойствами используемые на тепловых электростанциях, в черной и цветной металлургии или в бытовых печах.

Древесные топливные гранулы – это цилиндрические изделия диаметром 4 – 12 мм, длиной 20 – 50 мм, плотностью 1,25 – 1,30 г/см³, обладают высокой теплотой сгорания (до 19,5 МДж/кг). Одна тонна пеллет при сжигании выделяет такое же количество энергии, как 1600 кг дров, 685 л мазута, 500 л дизельного топлива, 480 м³ газа. Зольность древесных гранул до 1,5 %, корьевых – до 3,5 %. С точки зрения выделения в атмосферу CO₂ сжигание топливных гранул (биотоплива) признано нейтральным, так как в процессе роста древесина поглощает такое же количество углекислого газа, какое выделяет при сжигании. К тому же древесина является возобновляемым источником энергии, тогда как запасы ископаемого топлива в недрах земли по мере сжигания постоянно сокращаются. Стоимость биотоплива заметно ниже стоимости многих энергоносителей и эта разница со временем будет увеличиваться.

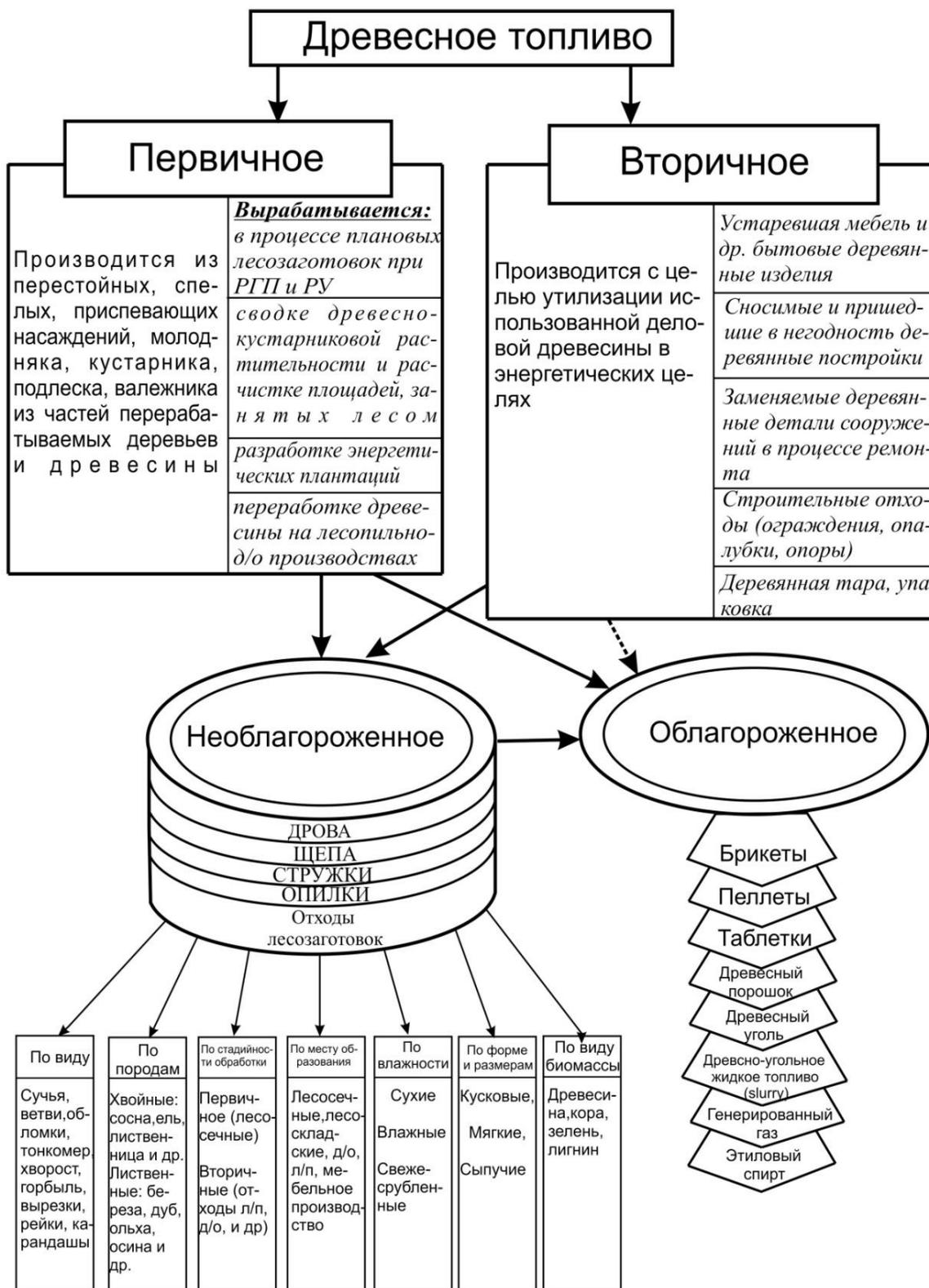


Рисунок 22. Классификация древесного топлива

Благодаря высокой плотности гранулы экономически оправдано перевозить на большие расстояния. Кроме того, они могут перемещаться в автоматических печах, не требуют много места для складирования. Зола,

составляющая до 1 % от массы топлива, может использоваться как удобрение. Топливные гранулы получают из торфа, измельченных отходов лесопиления, деревообработки, сельского хозяйства. Производство биотоплива из опилок, щепы, стружки решает проблему деревообрабатывающих предприятий – утилизацию отходов.

Технология производства древесных топливных гранул. На рис. 23 представлена технологическая схема производства топливных гранул-пеллет.

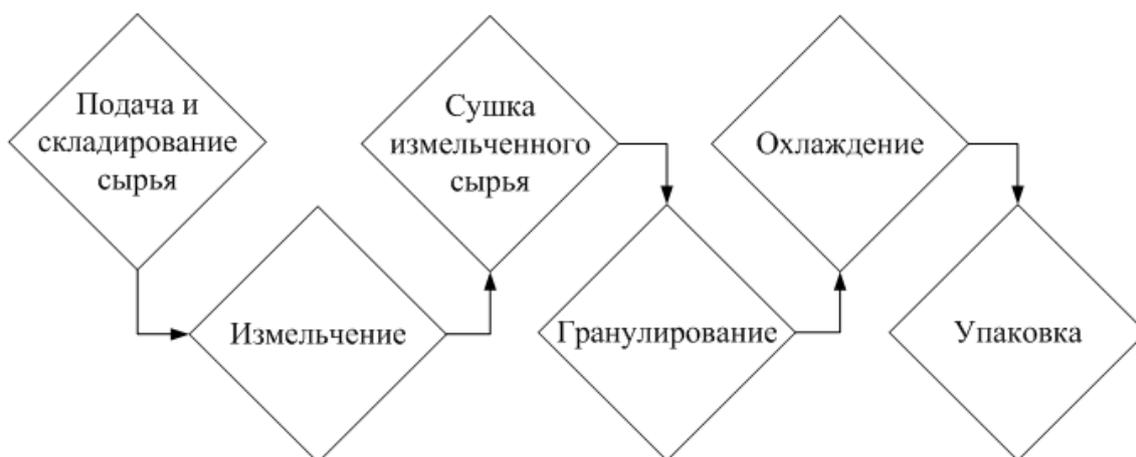


Рис. 23. Технология производства топливных гранул-пеллет

На стадии подготовки сырья при переработке крупнокусковых отходов используется рубильная машина, а затем измельчитель. В составе сырья сумма коры, хвои не должна превышать 17 % от массы (из-за повышенной влажности).

Измельченное сырье (фракция 3–5 мм) подается в камеру сушильного агрегата. Отбор излишней влаги осуществляется горячим воздухом, выработанным теплогенератором. Теплогенератор может работать как на отходах, так и на газу. При использовании *барабанных сушилок* температура воздуха на входе 250–280°C, на выходе из сушилки продукт имеет температуру 75–100°C. При использовании *диспергатора* возможно заменить два участка – предварительного измельчения и сушки сырья. При необходимости после сушки фракция может быть уменьшена благодаря тонкому измельчению в молотковой дробилке. Наилучшее качество имеют пеллеты, полученные из массы, крупность частиц которых не превышает 1,0 мм (объем частиц крупностью 1–5 мм не более 25 %).

Гранулирование высушенных древесных отходов происходит в пресс-грануляторах с плоской или круглой матрицей. На рисунке 24 показан принцип работы пресса-гранулятора с круглой матрицей.

Современные прессы, как правило, имеют целый арсенал устройств, позволяющих их оптимально эксплуатировать. Это увлажнители (пар, вода), смесители, дозаторы, приборы контроля электрических параметров, схемы защиты от перегрузок и пр. Непосредственно формирование гранул происходит после попадания сырья между вращающейся матрицей и катками.

При продавливании продукта через отверстия в матрице (фильере) сырье

прессуется, приобретает необходимые геометрические размеры и плотность, после чего обрезается ножами.

Сформировавшиеся гранулы приобретают нужную твердость только в процессе остывания. Чем грамотнее организован этот процесс, тем лучше качество продукта.

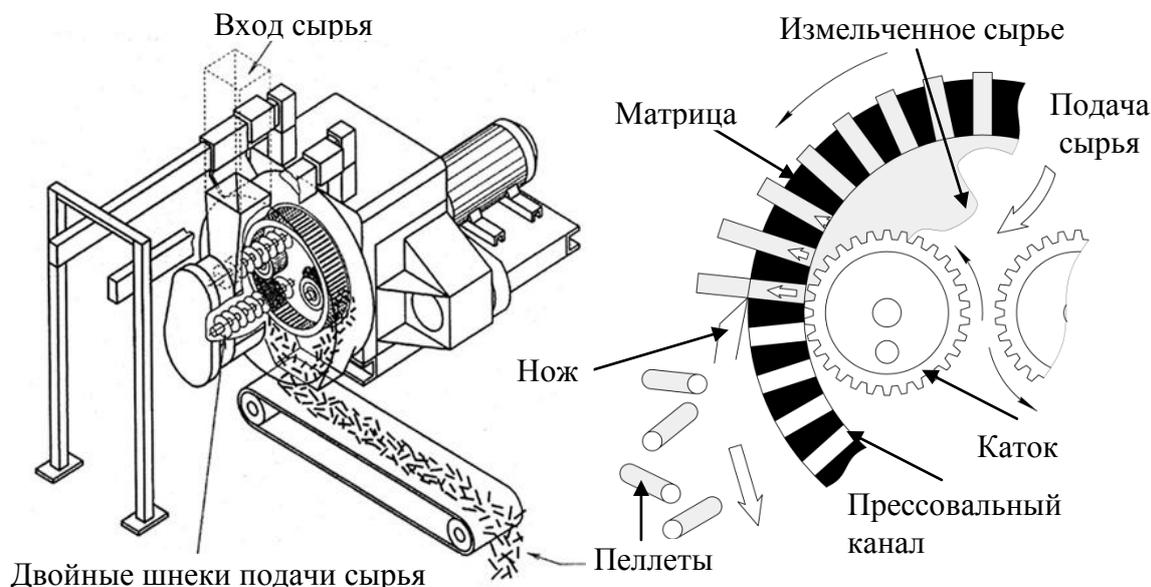


Рис. 24. Принцип работы пресс-гранулятора с круглой матрицей

Топливные брикеты – спрессованные мелкоизмельченные сухие древесные отходы, торф, кора, имеющие различную геометрическую форму в зависимости от используемого оборудования. Допускают примеси коры, крупные включения древесины длиной 10–20 мм. Их длина обычно 100 – 300 мм, диаметр 50 – 75 мм. Имеют высокую теплотворную способность (4400 ккал/кг), плотность до 1200 кг/м³, низкую зольность – до 1%, являются CO₂ – нейтральным возобновляемым биотопливом.

Брикетирование производится как с целью повышения плотности сырья для повышения рентабельности его перевозки, так и для удобства использования при сжигании. Влажность брикетов 8–10 %, насыпная плотность - от 350 до 650 кг/м³.

Брикеты по своей форме бывают шашечные (рис. 25) и брусковые (рис. 26).

Шашечные брикеты имеют сплошное сечение определенной формы (по форме матрицы) размером от 20х20 до 100х100 мм. Толщина их бывает от 20–30 мм до 100 мм. Плотность этих брикетов находится в пределах 650–1000 кг/м³. Изготавливают шашечные брикеты на штемпельных (матричных) прессах периодического действия.

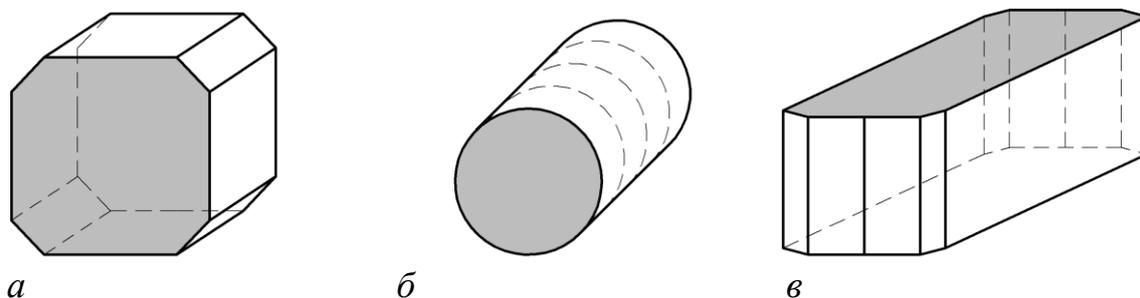


Рис. 25. Брикеты шашечной формы: *а* – многогранный; *б* – цилиндрический; *в* – призматический

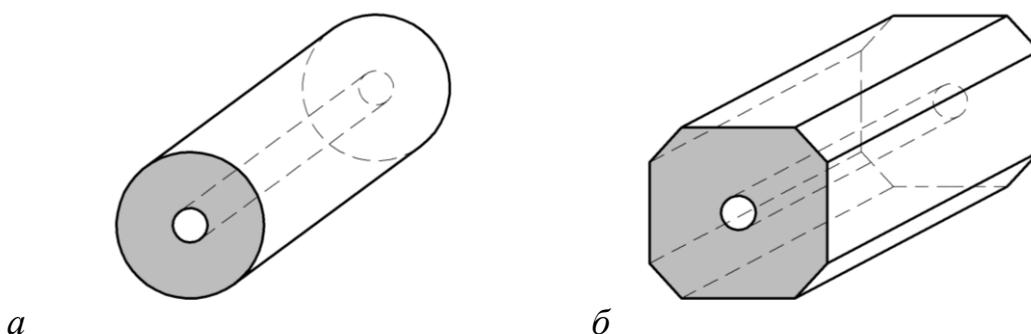


Рис. 26. Брикеты брусковой формы: *а* – цилиндрический; *б* – многогранный

Брусковые брикеты имеют продольное сквозное отверстие диаметром 13–22 мм. Форма сечения может быть круглая, квадратная, шестигранная. Размеры сечения - от 30x30 мм до 90x90 мм, длина бруска – от 30 до 1000 мм.

Плотность брикетов находится в пределах 1000–1400 кг/м³.

Требования к сырью при производстве брикетов менее высокие, чем пеллет. Не требуется дополнительный тонкий помол. Допускаются заметные примеси коры, крупной стружки длиной до 20 мм. Прессованию поддается сырье влажностью 6–12 %.

Основным требованием к сырью для прессования является наличие в его химическом составе лигнина, который является связующим веществом, выделяющийся из клеток древесины под действием давления и температуры.

Содержание лигнина в хвойных породах древесины составляет 28–34 %, в лиственных породах – 17–27 %, в древесной коре – в среднем 17–44 %, в зависимости от породы и состава коры (луб, корка).

Рекомендуемая температура, при которой получается прочный брикет, должна быть в пределах 150–250 °С. При более низкой температуре (80–120°) брикеты будут менее прочные. Ограничением верхнего предела температуры является обугливание верхних слоев брикета - происходит частичное разложение брикета (пиролиз).

Главные реакции распада древесины совершаются при температуре 275–450°С с бурным выделением тепла, начинают интенсивно образовываться газы (дымка).

Оборудование для производства брикетов более простое и, естественно,

менее дорогое, чем для производства пеллет. Прессы для производства брикетов при той же производительности на 30–50 % дешевле грануляторов.

Наиболее широко применяются *поршневые (штемпельные)* и *винтовые (шнековые)* прессы. На рис. 27 и рис. 28 показаны схемы таких прессов.

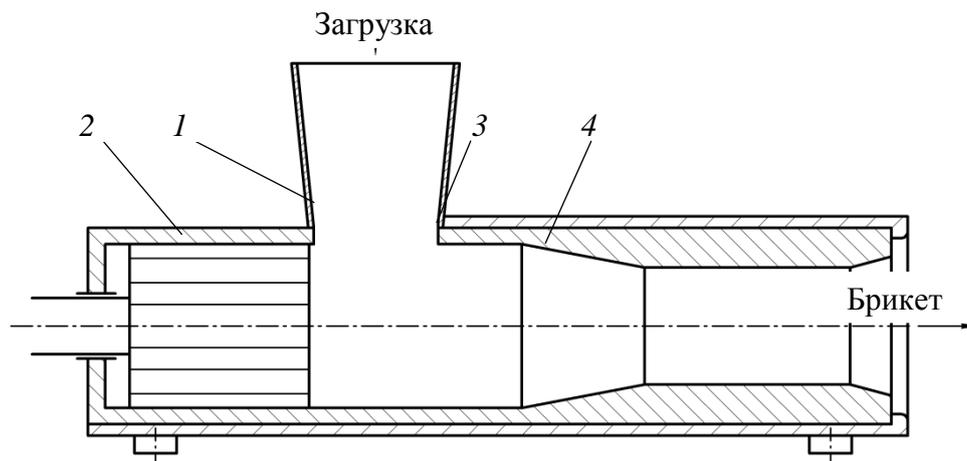


Рис. 27. Пресс штемпельный: 1 – камера загрузочная; 2 – пуансон; 3 – корпус; 4 – матрица

На штемпельных (матричных) прессах периодического действия изготавливают шашечные брикеты и брикеты в виде цельного цилиндра диаметром 30–80 мм, длиной 20–200 мм. Внутреннего отверстия в этих брикетах нет, поэтому брикеты плохо горят из-за отсутствия доступа кислорода во внутренние его части. Брикет формируется в разъемной матрице в результате создаваемого давления и возникающего трения. Процесс прессования происходит скачкообразно в камере, имеющей цилиндрическую форму, переходящую в конусную.

В штемпельных прессах, наименьшее давление, при котором можно получать брикеты, 30 МПа, оптимальное – 50–100 МПа. При влажности исходного материала 6–12 %.

При брикетировании древесины хвойных пород производительность прессов ниже, а усилие прессования выше, чем при использовании отходов лиственных пород. Объясняется это наличием в хвойных породах смолистых веществ, влияющих на коэффициент трения.

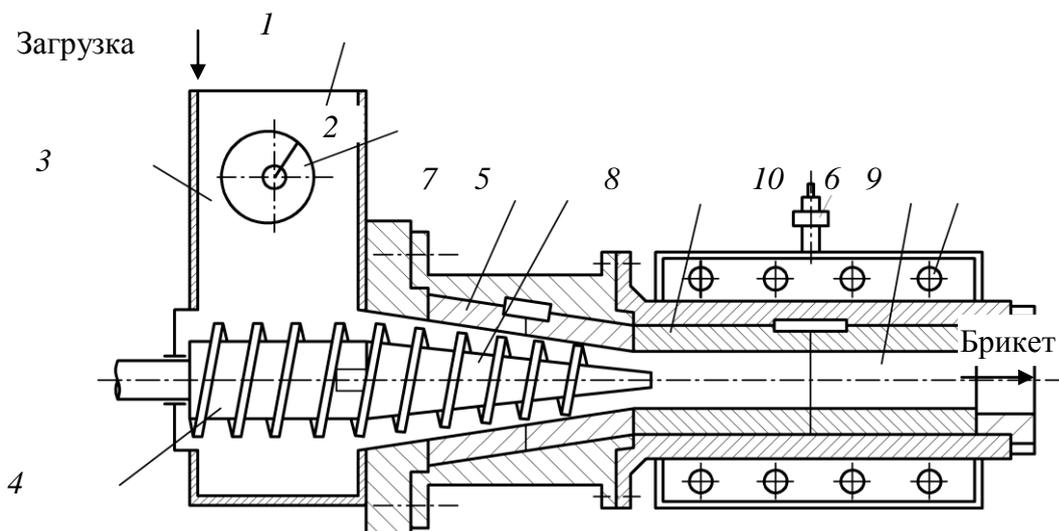


Рис. 28. Пресс шнековый: 1 – загрузочное окно; 2 – ворошитель; 3 – камера; 4 – шнек цилиндрический; 5 – шнек конический; 6 – канал матрицы; 7 – коническая втулка; 8 – втулка; 9 – нагревательные элементы; 10 – термopара

Самые лучшие показатели по удельным капитальным затратам дают шнековые прессы (экструдеры).

Они реализуют способ непрерывного прессования *винтовым* рабочим органом (*коническим шнеком*) в обогреваемой многопрофильной матрице (температура нагрева 200–350°C). Производительность определяется диаметром матрицы, числом оборотов и шагом витков шнека.

Брикет (брусковой формы), полученный методом шнекового прессования, кроме высокой плотности (1,1–1,2 т/м³) имеет упрочняющую корку на поверхности, которая уменьшает проникновение влаги в брикет.

Узкое место у прессы – это шнек, который в настоящее время после выработки около 50 тонн брикетов требует замены.

Древесный порошок – производится путем размолва древесины. Производство часто комбинируется с сушкой сырья при отсутствии достаточного количества сухих древесных отходов.

Топливные шайбы – спрессованные частицы растительного происхождения, имеющие форму цилиндров диаметром более 25 мм. и длиной около 12 мм. (в зависимости от оборудования). По сути дела – это разрезанные по длине топливные брикеты. Если при производстве шайб на выходе брикетного прессы установить крестовину, то шайбы разделятся на 4 равные части и превратятся в *четвертаки*.

Торрефицированные гранулы и брикеты – биотопливо, полученное путем торрефикации. Торрефикация – мягкий пиролиз растительной биомассы, т.е. процесс термохимического преобразования растительных материалов при температуре до 300°C и медленном нагреве.

Главным преимуществом торрефицированного продукта является более высокая калорийность по сравнению с «не пережженными» аналогами. Так, теплотворная способность древесины составляет 18–19 мДж/кг, древесного угля – 30–33, а торрефиката – 22–23 мДж/кг. При этом выход древесного угля всего 28–35% от абсолютно сухой древесины, а торрефиката – 60–70%. Таким образом, данное биотопливо привлекательно, прежде всего, для покупателей, ведь для получения необходимого количества энергии необходимо купить, доставить и сжечь меньшее количество торрефицированного топлива.

Древесный уголь – микропористый высоко углеродистый продукт, образующийся при пиролизе (термолизе) древесины. Под пиролизом древесины понимают процесс ее распада под действием высокой температуры без доступа кислорода. Термическое воздействие с ограниченным доступом кислорода называют газификацией, с избыточным (превышающим стехиометрическое соотношение) – горением.

Древесный уголь используется для производства активированного угля, в химической промышленности, черной и цветной металлургии, в некоторых технологиях производства кремния. Как источник энергии древесный уголь

используется в ограниченных объемах, главным образом для каминов, грилей, национальных японских очагов и других подобных устройств. Ведутся исследования использования древесного угля как промежуточного продукта в технологии производства некоторых видов моторного биотоплива, например, диметилового эфира.

При термическом распаде древесины образуются древесный уголь, жидкие и газообразные продукты. Продукты выходят из горячей зоны частично в капельной фазе, частично в виде паров, образуя вместе с неконденсирующимися газами парогазовую смесь.

Различают четыре стадии процесса:

1. Сушка. Температура не выше 150 °С. Процесс эндотермический.
2. Распад гемицеллюлоз, отщепление части, химически связанной воды, образование CO, CO₂, метана, уксусной кислоты, метанола. Температура 150–275 °С. Процесс эндотермический.
3. Распад целлюлозы и лигнина. Вторичные реакции полимеризации. Образование основных количеств смолы. Температура 275–450 °С. Процесс экзотермический. Особенно сложен для управления и контроля.
4. Прокалка угля. Удаление из углеродного скелета остатков летучих веществ, удерживаемых адсорбционно. Формирование углеродных кристаллоидных структур. Отщепление функциональных групп, удерживаемых углеродом. Температура 400–450 °С. Параллельно идут эндотермические и экзотермические реакции. Суммарный баланс эндотермический.

Для современных предприятий наиболее приемлемы те технологические решения, которые могут быть использованы в условиях лесопромышленного предприятия и позволяют переработать отходы. При этом углевыжигательные аппараты должны отвечать следующим условиям:

1. Соответствие производительности объему отходов на предприятии (как правило, 3–20 тыс. пл. м³/год). Таким образом, исключаются дальние перевозки сырья, удорожающие производство.
2. Экологическая чистота. Необходимо исключить выбросы вредных веществ в окружающую среду и загрязнения. При небольшой производительности нецелесообразно улавливать и перерабатывать жидкие продукты. Они должны сжигаться, покрывая потребности процесса в теплоте.
3. Простота изготовления. Должна предусматриваться возможность перемещения аппарата при передислокации лесозаготовок.
4. Простота управления, взрыво- и пожаробезопасность.

Аппараты для углежжения. Большое распространение получили передвижные углевыжигательные печи УВП, рис.29. В настоящее время в эксплуатации находятся в основном варианты пятой модификации – печи УВП-5.

Их обслуживание требует тяжелого ручного труда. Но печи дешевы в изготовлении. Главный их недостаток, как и предыдущих печей, состоит в том, что все парогазы выбрасываются в атмосферу, загрязняя окружающую среду. Печи не имеют изоляции и, поэтому, теплопотери велики. Температура поверхности печи в стадии экзотермы достигает 300 °С, что является грубым

нарушением нормативов охраны труда. Выход угля из кубометра дров вдвое ниже, чем у рационально организованных установок. Вместе с тем, благодаря плотной ручной укладке дров, они относятся к числу наиболее эффективных по выходу угля на единицу объема аппарата и на тонну израсходованного металла.

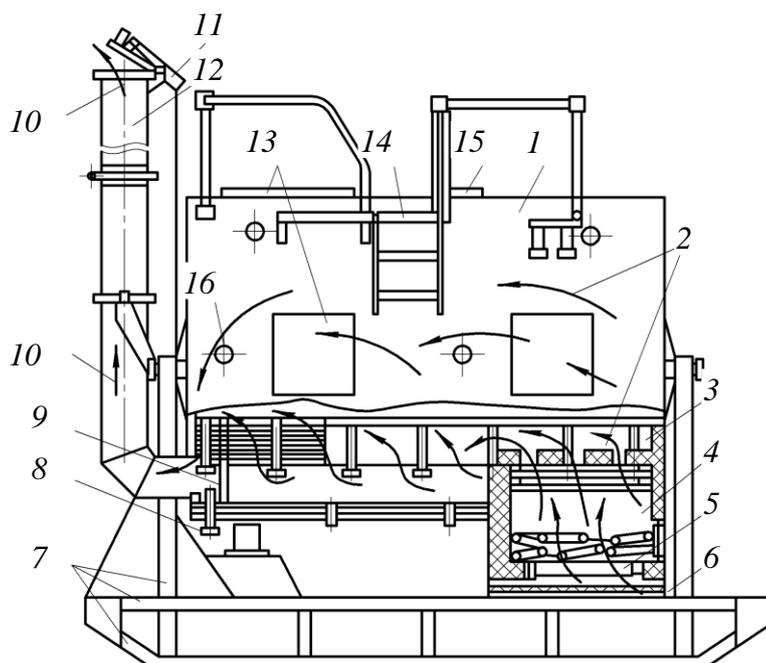


Рис. 29. Схема углевыжигательной печи УВП-5А: 1 – камера углежжения; 2 – направление потока горячих топочных газов; 3 – газовый тоннель; 4 – топка; 5 – колосники; 6 – дверка поддувала; 7 – рама. 8 – термометр; 9 – перегородка; 10 – направление потока отработанной газовой смеси; 11 – заслонка вытяжной трубы; 12 – вытяжная труба; 13 – загрузочный люк; 14 – лестница наружная с поручнями; 15 – предохранительный клапан; 16 – контрольная трубка

К числу достоинств УВП-5 можно отнести и ее транспортабельность.

Уголь из опилок. Неиспользуемые опилки сделались бременем для многих лесопильных и деревообрабатывающих предприятий, и их превращение в товарную продукцию таким путем требует неизмеримо меньших капиталовложений по сравнению с производством пеллет. Вдвое меньше энергозатраты, т.к. исключается размол опилок в муку. При этом можно создать эффективное производство, перерабатывающее от 1 тонны/сутки опилок, что дает возможность вовлечь в производство отходы небольших пилорам. Брикетты имеют плотность 1100 – 1200 кг/м³ и могут напрямую использоваться как элитное топливо. Из брикеттов, изготовленных на отечественном станке, выпущена опытная партия угля. Полученный уголь удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым по ГОСТ 7657-94, высшему сорту марки А, хотя изготовлен из хвойных опилок.

В зависимости от направления использования к зольности угля предъявляются разные требования. В угле для промышленных целей зольность не должна превышать 3 %. В бытовом угле в ряде стран допускается до 6 % золы, в других этот показатель не нормируется. Существуют потребители,

готовые использовать уголь с более высокой зольностью, но почти все жестко ограничивают или не допускают содержания в нем серы и фосфора, а некоторые - и солей железа.

Качество угля определяется по ГОСТ 7657-94. Различают уголь древесный марок А, Б, В; уголь мелкий (частицы размером менее 12 мм) нестандартный; брикеты древесноугольные. Стандарт регламентирует плотность, содержание золы, нелетучего углерода, содержание влаги, содержание мелочи с размерами частиц менее 25 и 12 мм.

В Финляндии будут производить **нефть из древесины**. В городе Йоэнсуу возводится первый в мире завод по производству пиролитической нефти из древесной щепы мощностью 50 тысяч тонн в год, для чего потребуется 600 тыс. кубометров древесины. При резком нагревании биомассы до 600 градусов содержащиеся в ней органические соединения распадаются и превращаются в газ. В результате быстрого охлаждения этот газ конденсируется в жидкость, которая и является «бионефтью».

. Контрольные вопросы

1. Какие разновидности биотоплива Вам известны?
2. Что относится к облагороженному топливу?
3. Приведите . классификацию древесного топлива?
4. В чем состоит различие между топливными брикетами и пеллетами?
5. Расскажите технологию производства топливных гранул-пеллет ?
6. Что собой представляет винтовой пресс? Как он работает?
7. Где применяется древесный уголь? Как его получают?

ЛИТЕРАТУРА

1. Вавилов, А. В. Пеллеты в Беларуси: производство и получение энергии [монография] / А. В. Вавилов. – Минск: Стринко, 2012 – 147 с.
2. Головков С.И., Коперин И.Ф., Найденов В.И. Энергетическое использование древесных отходов. – М.: Лесн.пром-сть, 1987. – 224 с.
3. Гоманай М.В. Технология переработки древесины: Учебно–справочное пособие. – М.: МГУЛ, 2008. – 232 с.
4. Гоманай М.В. Производство топливных брикетов. Древесное сырье, оборудование, технологии, режимы работы: монография. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2006. – 68 с.
5. Конаков, С. И. Комплексное использование древесины [электронный ресурс]: метод. указания / С. И. Конаков. – Сыктывкар: СЛИ, 2010. – 56 с.
6. Коробов В.В., Рушнов Н.П. Переработка низкокачественного сырья (проблемы безотходной технологии) – М.: Экология, 1991. – 288 с.

7. Леонов, Е. А. Комплексное использование древесного сырья для обеспечения устойчивой работы гибких терминалов...автореф. дис. канд. техн. наук. – Минск: БГТУ, 2012. – 21 с.
8. Малая энергетика на биотопливе / А.В. Вавилов, Т.И. Жихарь, Л.П. Падалко и др. – Мн.: УП "Технопринт", 2002. – 248 с.
9. Назаров, В. И. Исследование процесса гранулирования дисперсных отходов на роторных прессах с плоской матрицей / В. И. Назаров, Д. А. Макаренков, И. А. Булатов // Вестник МИТХТ, МИТХТ. – 2010. – №6, т. 5. – С. 13–16.
10. Никишов В.Д. Комплексное использование древесины. – М.: Лесная промышленность, 1985. – 246 с.
11. Пигильдин Н.Ф. Окорка лесоматериалов. – М.: Лесн. пром-сть, 1982. – 192 с.
12. Санников Ю.Г., Баранцев А.С., Удалов В.П. Методы определения прогнозных и эксплуатационных запасов заготавливаемого пневого осмола: Обзор информ. – М.: ВНИПИЭИлеспром, 1988. – 16 с.
13. Семенов, Ю.П. Лесная биоэнергетика. / Под ред. Ю.П. Семенова. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2008. – 350 с.
14. Серговский П.С., Расев А.И. Гидротермическая обработка и консервирование древесины. – М.: Лесная промышленность, 1987.–360 с.
15. Федоренчик, А. С. Практикум по технологии и оборудованию комплексного использования древесины / А. С. Федоренчик, С. П. Мохов, Д. В. Клоков. – Минск: БГТУ, 2004. –132 с.
16. Федоренчик, А.С. Древесное топливо, основные его виды и их классификация / А.С. Федоренчик, А.В. Ледницкий, Г.И. Завойских // Энергоэффективность. – 2009. – № 5. – С. 10–12.
17. Федоренчик, А.С. Энергетическое использование низкокачественной древесины и древесных отходов. / А.С. Федоренчик, А.В. Ледницкий. – Минск: БГТУ, 2010. – 446 с.
18. Цыгарова, М. В. Комплексное использование древесины: метод. указания / М. В. Цыгарова. – Ухта: УГТУ, 2010. – 47 с.
19. Шубин, Г. С. Гидротермическая обработка и пропитка древесины [Текст] : сб. задач / Г. С. Шубин, Н. М. Малишевский ; М-во образования Рос. Федерации, Моск. гос. ун-т леса . - 4-е изд., стер. - Москва : МГУЛ, 2002. - 75 с.
20. Янушкевич, А. А. Технология лесопильного производства [Текст] : учебник для студентов вузов по специальностям "Технология деревообрабатывающих производств", "Машины и оборудование лесного комплекса", "Профессиональное обучение (деревообработка)" / Учреждение образования "Белорусский государственный технологический университет". - Минск : БГТУ, 2010. - 328 с.

