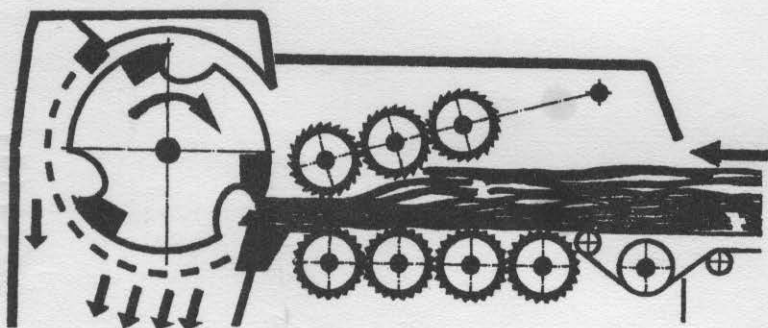


Б.В. Пучков

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ
ДЛЯ
ПРОИЗВОДСТВА ПЛИТ**



Министерство образования

Российской Федерации

Московский государственный университет леса

Б.В. Пучков

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ
ПРОИЗВОДСТВА ПЛИТ**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

по дисциплине "Технология и оборудование производств древесных плит"
для студентов спец. 2602.00



Издательство Московского государственного университета леса
Москва – 2000

УДК 674.821 -41

БЛ2 Пучков Б.В. Использование древесных отходов для производства плит: Учебное пособие по дисциплине "Технология и оборудование производств древесных плит" для студентов спец. 2602.00. – М.: МГУЛ, 2000. – 56 с.: ил.

ISBN

Приводятся виды и характеристика древесных отходов. При этом рассматриваются традиционные и возможные для производства плит отходы. Изложены особенности подготовки и измельчения отходов для производства плит. Кроме широко применяемых в настоящее время способов описаны нетрадиционные перспективные способы переработки отходов. Приведены схемы переработки отходов в производстве плит. Показана технико-экономическая и экологическая целесообразность использования древесных отходов.

Одобрено и рекомендовано к изданию в качестве учебного пособия редакционно издательским советом университета

Рецензент: зам. генерального директора по научной работе ЗАО "ВНИИД-РЕВ", к.т.н. В.П.Стрелков

Кафедра технологии древесных плит и пластиков

Автор – Борис Валентинович Пучков, доктор техн. наук

Редактор Л.Г. Кулагина

Компьютерный набор и вёрстка Б.В. Пучкова

По тематическому плану внутривузовских изданий учебной литературы на 2000 г., поз. 73.

© Пучков Б.В., 2000

© Московский государственный университет леса, 2000

ЛР №020718 от 02.02.1998 г.

Подписано к печати
Объём 3,5 п.л.

03.05.2000

Тираж 100 экз.
Заказ 287

Издательство Московского государственного университета леса.
141005. Мытищи-5, Московская обл., 1-я Институтская, 1, МГУЛ.

Телефон: (095) 585-57-62

e-mail: izdat@mgul.ac.ru

Введение

Полное и рациональное использование древесных отходов находится в ряду наиболее актуальных проблем лесопромышленного комплекса.

Производство плит в значительной мере позволяет решить эту важную народнохозяйственную проблему.

Необходимость улучшения использования древесного сырья обусловлена не только экономическими интересами, но и большим значением лесов в охране окружающей среды.

Учебным планом подготовки специалистов по специальности 2602.00 предусмотрено изучение студентами технологических дисциплин, в частности и "Технология и оборудование древесных плит и пластиков", в которой студента обучают проектированию и разработке технологических процессов производства древесных плит.

Настоящее учебное пособие предназначено для оказания помощи студентам при выборе способов подготовки и измельчения древесных отходов, а также технологических процессов их переработки на плитные материалы.

1. ДРЕВЕСНЫЕ ОТХОДЫ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА

Основные причины образования отходов: несовпадение качества, формы и размеров исходного сырья с требуемыми качеством, формой и размерами заготовок и изделий; несовершенство технологических процессов и оборудования. Первая причина в значительной мере обусловлена природными свойствами древесины: формой, размерами, наличием пороков. Вторая причина обусловлена использованием технологических приёмов, режущего инструмента и т. д.

Отходы в основном классифицируют по виду и отраслевой принадлежности.

По виду укрупнённо все отходы можно разделить на кусковые (твёрдые) и сыпучие (мягкие). К кусковым отходам можно отнести сучья, ветви, вершинки, пни и корни, откомлёвки, козырьки, отрезки хлыстов и брёвен (отходы раскряжёвки и разделки), горбыль, рейки; обрезки пиломатериалов, заготовок, фанеры, лущёного и строганого шпона, ДСП, ДВП, столярных плит, гнукотклёных заготовок; шпон-рванину, карандаши, отструги, отходы окорки и др. К сыпучим отходам можно отнести стружку-отходы, опилки, отходы окорки, древесную пыль, отсев технологической щепы, спичечную крошку, экстрагированную щепу и др. В качестве сырья для

производства плит могут использоваться сельскохозяйственные отходы такие как стебли хлопчатника, льна, конопли, виноградная лоза, подсолнечная лузга, костра и др.

По отраслевой принадлежности отходы в основном можно разделить на отходы лесозаготовок и отходы деревообрабатывающих производств.

Существуют и другие принципы классификации отходов, например, по наличию коры, по влажности, породному составу, по крупности, по ценности и т.д. Однако указанные выше два вида классификации являются основными.

Физико-механические свойства кусковых отходов, за исключением насыпной массы, мало отличаются от свойств цельной древесины. Основное отличие любого сыпучего материала от сплошного заключается в дискретности его частиц (опилки, стружка, пылинки). В связи с этим необходимо рассматривать физико-механические свойства отдельных частиц и свойства всей массы сыпучего материала.

Древесные отходы, накапливаясь в одном месте без принудительного уплотнения, образуют насыпь (кучу) и занимают объем больший, чем они занимали в целой древесине до обработки последней.

Отношение складочной массы к плотной массе в 1 м^3 древесины одинаковой влажности называется коэффициентом заполнения или коэффициентом полнодревесности.

В табл. 1 приведены коэффициенты полнодревесности кусковых отходов, а в табл. 2 – насыпная масса и коэффициенты полнодревесности сыпучих отходов.

Таблица 1
Коэффициенты полнодревесности кусковых отходов

Отходы	Порода древесины	Коэффициент полнодревесности	Примечание
Рейка	Хвойные, дуб, ясень, клен, береза, осина, бук	0,5 – 0,6	Плотная укладка
Короткомер	То же	0,6 – 0,7	Укладка навалом
Недомерок средний	«	0,5 – 0,6	То же

Таблица 2

Насыпная масса и коэффициент полнодревесности
сыпучих отходов

Отходы	Влажность, %	Насыпная масса, кг/м ³	Коэффициент полнодревесности (сред- ний для всех пород)
Щепа при свободной насыпке	60 - 80	-	0,35 - 0,40
Щепа при свободной утрамбовке	60 - 80	-	0,42 - 0,50
Стружка мелкая без утрамбовки	8 - 10	74	0,07
То же	16 - 18	105	0,11
Стружка мелкая утрамбованная	7 - 10	142	0,14
То же	16 - 18	213	0,21
Опилки крупные без утрамбовки	8 - 10	101	0,10
То же	50 - 60	171	0,17
Опилки крупные утрамбованные	8 - 10	148	0,26
То же	50 - 60	260	0,48
Брикеты из опилок с объемной массой 1,24 г/см ³	8 - 10	924	0,92
Древесная пыль хвойных пород	15	150 - 200	0,15 - 0,20
То же твердых лиственных пород	15	460	0,46

Целесообразно для кусковых отходов применять термин складочная масса, а в отношении сыпучих – насыпная масса. Усадка бунтов за 4 – 5 месяцев хранения составляет 10 % для крупной щепы и 20 % – для мелкой щепы и стружки. Известны два метода учета щепы : по объему и по массе.

Объемный обмер щепы не лишен погрешностей, а коэффициенты, определяющие количество плотной древесины в 1 м³ насыпной щепы, лишь приближенно отражают фактический объем плотной древесины во всей партии. При этом способе в каждом отдельном случае невозможно учесть влажность, фракционный состав щепы, величину ее уплотнения, продолжительность и условия транспортировки и т.д.

При обмере по массе фактическое количество плотной древесины в партии щепы (чистая масса щепы) определяется разницей в массе транспортных средств до и после разгрузки с учетом породы и влажности древесины.

В табл. 3 приведена объемная масса древесины разной влажности и разных пород.

Таблица 3

Объемная масса древесины в зависимости от породы и влажности

Влажность, %		Объемная масса технологической щепы, кг/м ³			
абсолютная	относительная	еловой	сосновой	березовой	осиновой
80	44,0	670	760	960	750
90	47,0	710	810	1010	790
100	50,0	750	850	1060	830
110	52,5	790	890	1110	870
120	54,5	820	930	1160	910
130	56,5	860	970	1210	950
140	58,5	900	1010	1250	990
150	60,0	935	1060	1290	1020

Влага в древесине влияет на физико-механические свойства древесины в любом ее виде. Это обстоятельство получает свое выражение и при использовании древесных отходов. Уже при влажности выше 14 – 16 % вода играет роль смазки при том или ином механическом воздействии, особенно при дроблении и измельчении, когда куски или частицы получают относительно крупными. Кроме того, при повышенной влажности затрудняется проникновение в древесину вводимых связующих или других ингредиентов.

Гигроскопичностью древесины называется ее способность поглощать (сорбировать) пары воды, выражается она не только влагопоглощением, но и набуханием, которые являются показателями одного и того же сорбционного процесса. Поверхностно-активные свойства древесины повышаются по мере ее измельчения. Если цельная древесина увеличивает свою влажность на 25 % за двое суток, то измельченная т.е. сыпучая древесина, повышает свою влажность на 28 % за одни сутки. Наиболее интенсивно древесина поглощает влагу в интервале от 0 до 12 % и различие в поглощении влаги цельной древесиной и измельченной продолжает быть заметным до влажности 16 – 17 %. Однако уже в интервале влажности от 18 до 26 % динамика поглощения влаги оказывается одинаковой для цельной и для измельченной древесины.

Под летучестью или парусностью частиц материала понимают их способность под действием газового потока перемещаться и витать в газовой среде. Этому способствуют небольшие размеры частиц и небольшая масса при относительно низкой влажности.

Парусность частиц характеризуется скоростью витания, т.е. той минимальной скоростью газового потока, при которой эти частицы продолжают, не опускаясь, витать в газовой среде.

Скорости витания частиц сыпучих древесных отходов необходимо знать при аспирации помещений и машин, пневмотранспортировании, сушке этих отходов и др. Скорость витания зависит от толщины частицы с уменьшением толщины эта зависимость выражается слабее. Ниже указаны скорости витания для частиц толщиной от 0,10 до 0,35 мм:

толщина стружки, мм	0,10; 0,15; 0,20; 0,25; 0,30; 0,35
скорость витания, м/с	1,37; 1,50; 1,63; 1,71; 1,80; 1,87

При хранении измельченной древесины (опилок) в кучах возможно их самовоспламенение. Температура самовоспламенения опилок близка к 275 °С. Взрывоопасность может возникнуть всюду, где имеется мелкая и сухая сыпучая древесина. Поэтому особо опасными в отношении пожара и взрыва являются сухие опилки и древесная пыль. Условиями для образования взрыва являются: определенная концентрация пыли в воздухе; наличие источников тепла, способных воспламенить взвешенную в воздухе пыль, а также скопление электростатических зарядов, присутствие в воздухе достаточного количества кислорода, расходуемого на полное сгорание аэрозоли. Древесная пыль имеет температуру вспышки 430 °С и температуру самовоспламенения 775 °С.

Минимальная взрывоопасная концентрация древесной пыли в воздухе (нижний предел взрыва) 12,6 г/м³, а опилок - 65 г/м³.

Эти данные относятся к продукту, имеющему влажность 6,35 %, а зольность 5,4 %. С повышением влажности показатели повышаются, а со снижением зольности уменьшаются.

Сухая сыпучая древесина обладает абразивными (шлифующими) свойствами. Шлифующие свойства ярко выражены у сухой и пересушенной древесины твердых пород. По этой причине песчинкообразные, относительно крупные частицы опилок твердых древесных пород (бука, березы) применяются для чистки мехов в легкой промышленности. При помощи опилок можно быстро снять окалину с металла и отшлифовать его.

Значительным ресурсом сырья является пневая и корневая древесина. Кроме пней от лесозаготовок при торфоразработках образуется значительный объем болотных пней. Однако в настоящее время такая древесина по различным причинам практически не используется в производстве плит. Известно использование пневой и корневой древесины в качестве сырья для производства целлюлозы и плит в США, Швеции, Финляндии и некоторых других странах.

При валке стволов с кроной на лесосеке остаются пни, высота которых при диаметре пня 30 см и более не должна превышать 1/3 диаметра; при диаметрах пня менее 30 см она должна составлять не более 10 см (считая от верхнего корня). Фактически высота пней превышает указанные нормы и в них содержится до 3 % стволовой древесины, незначительно отличающейся по физико-механическим и химическим свойствам от древесного ствола.

Вместе с пнями на лесосеке остаются корни. В корнях почти не образуется ядровой древесины, но сердцевинные лучи бывают развиты сильнее (меньшее количество древесных волокон и большее количество древесной паренхимы и сердцевинных лучей). Корни по сравнению с надземной частью ствола, включая крону, составляют у ели 16,5 %, березы 13 %, сосны 11,5 % и осины 13 %. В корнях в среднем содержится около 18 % древесины вывозимых лесоматериалов, причем механизированными способами из земли можно извлечь и использовать примерно 11 %.

Древесина сучьев (ветвей) сосны, ели и березы по механическим свойствам: сопротивлению - сжатию вдоль волокон, ударной твердости практически не отличается от древесины ствола. Что касается таких видов лесозаготовок, как вершины, откомлевки, дровяные обрезки, горбыли, рейки, торцовые обрезки и другие, являющихся частью стволовой древесины, то их физико-механические свойства незначительно отличаются от физико-механических свойств соответствующей части древесины ствола.

Плотность и твердость сучков, находящихся внутри ствола, значительно выше плотности и твердости стволовой древесины. Плотность древесины внутренних сучков сосны и ели в 1,7 - 1,8, а у березы в 1,2 раза выше плотности примыкающей части древесины ствола.

Тонкомерная древесина, получаемая в основном при проведении рубок ухода, представляет собой круглый, неокоренный, с обрубленными ветками лесоматериал. Диаметр в верхнем отрубе тонкомерной древесины хвойных пород равен 20 - 60 мм, лиственных - 20 - 80 мм, длина составляет 1 - 3 м с градацией через 0,5 м.

Древесина тонкомерных стволов по качеству несколько отличается от спелой древесины. Волокна тонкомерной древесины короче и уже, а стенки тоньше. Эта разница значительна у хвойных и менее выражена у лиственных пород. Для тонкомера характерно повышенное содержание экстрактивных веществ и золы, более низкое содержание целлюлозы и пентозанов при несущественной разнице в содержании лигнина.

Отходы лесопиления образуются в процессе разделки бревен на лесопильных рамах, обрезки досок и их раскрос. При этом образуются горбыли (5 - 10 % от объема сырья), рейки (10 - 15 %), обрезки досок и других кусковых отходов (3 - 8 %), опилки (8 - 12 %). Эти отходы характеризуются в основном наличием влажной здоровой, в основном заболонной древесины. Недостатком таких отходов является содержание 20 - 25 % коры, снижающей качество этого сырья.

Отходы лесопиления имеют следующие длину, толщину и ширину соответственно: горбыли 500 - 7500; 20 - 130; 80 - 600; рейки 2000 - 7500; 14 - 75; 15 - 90; обрезки пиломатериалов 20 - 900; 16 - 200; 40 - 200 мм. Влажность этих отходов колеблется от 30 до 350 %.

При производстве фанеры отходы образуются в процессе оцилиндровки и лущения чураков, рубки шпона на ножницах, обрезки фанеры по формату. Основные виды отходов : шпон-рванина (28 - 32 % от объема перерабатываемого сырья), карандаши (12 - 15 %), обрезки фанеры (3,5 - 4,5 %), прочие отходы (3 - 3,5 %). За исключением карандашей эти отходы представляют в основном здоровую заболонную часть древесины и имеют влажность более 60 %, что положительно характеризует их как сырье для производства плит. При оцилиндровке не окоренных фанерных краёв в шпоне-рванине содержится около 30 - 35 % коры, что снижает эффективность ее использования как сырья для производства древесных плит.

В спичечном производстве используется главным образом осина. Кроме вышеназванных отходов, в этом производстве образуются специфические отходы в виде соломочного и коробочного шпона, некондиционной соломки, спичечной крошки, обрезков картона и др.

В производстве строганного шпона, вырабатываемого в основном из твёрдых лиственных и тропических пород древесины, образуются кроме того горбыли, отструги, ванчesy, брусья, отбракованные из-за недопустимых размеров и по другим причинам.

Во всех указанных производствах при наличии операции окорки отделяется кора, которая представляет собой куски с включениями древесины. Дополнительными источниками отходов являются процессы починки и сращивания шпона и фанеры, а также процессы переработки отходов в товарную продукцию.

Источниками образования отходов являются почти все технологические операции, принятые в производстве фанеры, фанерной продукции, спичек и строганного шпона. Исключением является только сушка шпона и склеивание фанеры и фанерной продукции, для которых характерны безвозвратные потери древесины на усушку и упрессовку.

Схемы основных технологических процессов как источников образования отходов фанерного и спичечного производства показаны на рис. 1.

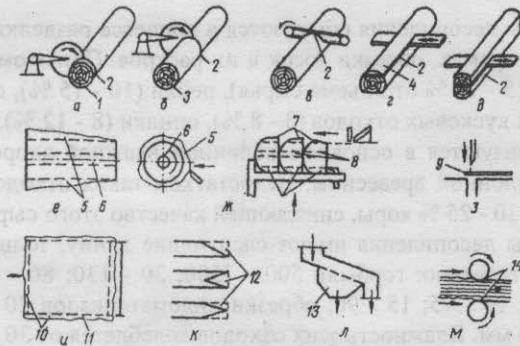


Рис. 1. Схемы основных технологических процессов как источников образования отходов фанерного и спичечного производства:

а, б – разделка фанерного и спичечного сырья на чураки; в, г, д, – разделка кряжей на чураки, брусья и ванчесы; е – лущение чураков; ж – строгание ванчесов и брусев; з – рубка и деление лущёного и строганого шпона; и – форматная обрезка шпона и фанеры; к – усование шпона и фанеры; л – сортировка спичечной соломки; м – шлифование фанеры; 1, 3 – обрезки фанерного и спичечного сырья; 2 – опилки; 4 – горбыль; 5, 7 – шпон-рванина; 6 – карандаш; 8 – отструги; 9 – обрезки шпона и спичечная крошка; 10 – обрезки фанеры; 11 – опилки; 12 – станочная стружка; 13 – некондиционная соломка, крошка и пыль; 14 – шлифовальная пыль

В фанерном производстве, где основной породой является берёза, образуются такие отходы, как некондиционные кряжи и чураки, отрезки лесоматериалов, шпон-рванина, карандаши, обрезки шпона, фанеры и фанерной продукции, опилки, станочная стружка, шлифовальная пыль.

Кусковые отходы деревообработки (мебельного, столярно-строительного и других производств) представляют собой обрезки и рейки влажностью 8 - 22 %. Пониженная влажность отходов ухудшает качество этого сырья и ограничивает его применение в производстве плит. Длина, толщина и ширина этих отходов соответственно составляет для обрезков: 10 - 500; 6 - 100; 60 - 250; для реек: 300 - 3000; 6 - 60; 10 - 40 мм.

При механической обработке древесины наряду с кусковыми (твердыми) отходами образуется значительное количество так называемых сыпучих мягких отходов, к которым, в основном, относятся станочная стружка и опилки. Объем опилок в лесопилении определяется шириной пропила и составляет, как правило, 11 – 12 % объема распиливаемых бревен. В раскройных цехах количество опилок составляет 7 – 13 % объема поступающего сырья. Количество древесины, превращаемой в стружку, зависит от величины снимаемого слоя, определяемой в свою очередь величиной допускаемых отклонений в размерах пиломатериалов до строгания, степенью покоробленности материала, требуемой чистотой поверхности и т.п.; от размеров и качества пиломатериалов. Принято считать, что количество образующейся стружки в среднем составляет 17 % объема строганых пиломатериалов.

Повышение уровня техники и способов производства древесностружечных плит позволило использовать станочную стружку и опилки для получения плит с высокими качественными показателями. Немалую роль при этом сыграло стремление производителей к снижению себестоимости продукции, а также достижения науки, позволившие более полно изучить свойства древесностружечных плит, изготовленных из различных видов древесного сырья, и определить рациональные области их применения и назначения.

При фрезеровании древесины влажностью 20 % и выше образуется в основном однородная по форме и размерам стружка в виде широких полосок.

При фрезеровании древесины влажностью 10 – 12 % образуется стружка другой формы и размеров, чем при фрезеровании влажной древесины: в виде полосок С-образной формы небольшой ширины (лентообразная стружка) с примесью кубикообразных частиц.

Исследование размеров стружки, полученной при различных режимах обработки древесины, позволяет сделать следующие выводы:

1. Основными факторами, определяющими фактические размеры стружки при фрезеровании, являются влажность древесины и режимы резания.

2. Совместное влияние влажности древесины и режимов резания определяет характер стружкообразования при фрезеровании, от которого зависит степень отклонения фактических размеров и формы стружки от номинальных. При изменении влажности древесины меняются и ее физико-механические свойства: пластичность, модуль упругости и др.

При изменении режимов резания меняются величина и направление сил, действующих на древесину. В результате совместного действия этих факторов при продольном цилиндрическом фрезеровании наблюдаются три основных вида неустановившегося типа стружкообразования при глубине фрезерования свыше 1 мм:

- резание и отщепление – при влажности древесины 15 % и выше;
- резание и скалывание – при влажности древесины 10 - 13 %;
- преимущественно скалывание – при влажности ниже 8 %.

В первом случае образуется крупная хлопьевидная стружка. Она содержит небольшое количество мелочи. Во втором случае получается средняя стружка в виде узких полосок серповидной формы с большим содержанием мелких игольчатых частиц, а также частиц в виде крупы. В третьем случае образуется смесь мелких частиц разнообразной формы. В зависимости от влажности обрабатываемой древесины стружка - отход имеет длину 2 - 30 мм, толщину 0,1 - 0,8 мм, насыпную массу 50 - 110 кг/м³.

Опилки образуются при рамном пилении и при пилении ленточными и круглыми пилами.

Опилки, получаемые на лесопильных рамах в зависимости от посылки имеют, длину 3,5 - 5,5 мм, ширину 1,5 - 2,0 мм, толщину 0,8 - 1,6 мм, насыпную массу 125 - 140 кг/м³.

Линейные размеры опилок, образующихся при рамной распиловке, существенным образом зависят от величины посылки, формы зуба, объема впадины между зубьями пилы, угла резания зуба, а также сопротивления древесины напряжению изгиба.

Таблица 4
Основные качественные показатели рамных опилок
в зависимости от величины посылки

Наименование показателей	Величина посылки, мм/ход			
	19	23	28	45
Средние размеры опилок, мм:				
длина	4,0	4,55	5,5	5,6
ширина	1,55	1,7	2,1	2,0
толщина	0,82	1,4	1,25	1,6
Насыпная масса, кг/м ³	125	128	135	140
Коэффициент разрыхления	4,0	3,9	3,7	3,6
Коэффициент гибкости	9,0	6,8	8,7	7,0
Удельная поверхность, м ² /100г	8,4	7,1	5,8	5,2

Вопрос использования пыли в производстве плит дискуссионный. В основном дискуссия заключается в следующем: использовать ли пыль в качестве сырья для производства плит, сжигать её или применять для каких – либо других целей. В производстве плит некоторые предприятия, например, АОЗТ "Электрогорскмебель" добавляют пыль в наружные слои ДСтП.

Наибольшее количество пыли в производстве древесностружечных плит образуется на операции сортировки стружки. Это объясняется тем, что используемые в этом производстве технологическое сырье и отходы деревообработки в большинстве своем содержат значительное количество коры и гнили, а также тем, что существующие способы измельчения древесины и применяемое для этой цели оборудование пока еще не позволяют получать стружечную смесь с заданными размерами, отвечающими требованиям производства. Даже при использовании сырья и отходов без гнили и коры, работе стружечных станков с хорошо заточенными и выверенными ножами и строгим соблюдении других требований технологии, в общей массе стружки всегда содержится довольно значительное количество пыли от 10-15 до 40-50 %.

Таблица 5
Влияние вида отходов на расход древесного сырья

Способ производства плит	Величина коэффициента при использовании			
	Низкокачественной древесины, отрезков сырья и карандашей	кусовых отходов		стружки-отходов и опилок
		лесопиления и деревообработки	фанерного производства	
Плоское прессование	1,12-1,17	1,15-1,21	1,17-1,25	1,23-1,35
Экструзионное прессование	1,10-1,15	1,12-1,18	1,15-1,21	1,18-1,25

Чем меньше размерные и чем ниже качественные показатели используемого в производстве плит сырья, тем больше при прочих равных условиях образуется пыли при сортировке стружки и тем больше требуется для производства исходного сырья. Поскольку в реальных условиях для производства используются различные виды отходов и в различном соотношении, то среднее значение объема образующейся пыли определяется как средневзвешенное значение в зависимости от доли в общем объеме древесного сырья.

В производстве древесностружечных плит при определенных условиях значительной величины могут достигать и объемы шлифовальной пыли. Чем больше величина снимаемого слоя при шлифовании, тем больше образуется

на этой операции шлифовальной пыли. Средние коэффициенты, учитывающие влияние на расход сырья толщины шлифованных плит и способа их производства по данным ЦНИИФа приведены в табл. 6.

Таблица 6
Влияние толщины шлифованных плит на расход сырья

Способ производства плит	Величина коэффициента при толщине, мм					
	10	13	16	19	22	25
На установках периодического действия	1,15	1,12	1,09	1,08	1,07	1,06
На установках непрерывного действия	1,20	1,15	1,13	1,11	-	-

Количество шлифовальной пыли, образующейся в производстве древесностружечных плит, можно считать равным примерно 7- 9 % от объема перерабатываемого сырья.

Величина коэффициента, учитывающего потери древесины на шлифовании фанеры, определяется в зависимости от удельного веса шлифованной фанеры в общем выпуске и составляет при удельном весе шлифованной фанеры в общем выпуске 25, 50, 75, 100 % соответственно 1,02; 1,04; 1,06 и 1,08.

Для использования пыли в качестве вторичного сырья и топлива важное значение имеют ее основные свойства : форма, геометрические размеры, фракционный состав, влажность, насыпная масса, угол естественного откоса и т. д.

Различия в форме, размерах, составе и влажности пыли существенно сказываются и на различии в показателях ее насыпной плотности и текучести. Шлифовальная пыль, как более тонкая и мелкая, имеет большую плотность и меньше угол естественного откоса и , естественно, более подвижна и легко растекается под влиянием даже небольшой вибрации или толчков. Пыль от специальной стружки и стружки-отходов, как более крупная, растекается значительно хуже и , имея несколько меньшую плотность, чем шлифовальная, занимает существенно больший объем за счет большего объема пространства между отдельными частицами и объема пор с воздухом и влагой.

Поскольку определение конкретных форм отдельных пылинок весьма затруднительно, при проведении исследований размер пылинок принимается равным размеру ячейки сита в свету, через которую они могут пройти.

Древесная пыль способна в определенных условиях воспламениться, причем независимо от того, в каком состоянии она находится – во взвешен-

ном (аэрозоль) или в виде осадка на различных поверхностях (аэрогель). Нижний предел воспламенения пыли различных пород древесины колеблется в зависимости от дисперсности в пределах 20 – 70 г/м³. Чем мельче частицы пыли и больше их удельная поверхность, тем опаснее они в отношении взрыва. Верхний предел взрываемости древесной пыли превышает 2,5 кг/м³. Минимальная температура воспламенения осевшей пыли находится в пределах 250 – 350 °С, а находящейся в воздушной среде – в пределах 450 - 550 °С.

Для использования пыли как вторичного сырья и топлива важное значение имеет ее влажность. Увеличение влажности пыли повышает ее пластичность как вторичного сырья и снижает взрывоопасность.

В зависимости от породы, возраста, участка ствола и других факторов кора составляет 8-15 % объема бревна. Однако часть ее теряется в процессе заготовки и доставки сырья на лесопильно-деревообрабатывающие предприятия, часть остается после окорки на стволе.

Таблица 7

Влияние породы древесины на содержание составляющих окорки

Составляющие отходов окорки, %	Порода древесины	
	ель	сосна
Корка	48	55
Луб	47	42
Отходы древесины (отщеп)	5	3

В зимний период года содержание отщепы древесины увеличивается до 12-13 %. При определении фракционного состава отходов окорки установлено, что в летне-осенний период увеличивается количество крупных фракций и соответственно снижается количество мелких, в зимне-весенний период отходы окорки имеют более однородный состав с увеличением количества мелких фракций.

Наибольшая влажность отмечена в июле-августе, наименьшая – в январе-марте.

При разработке технологии производства плит из коры и химической переработки кислотность (рН) имеет большое значение. В табл. 8 приведены данные о кислотности частей ствола.

Таблица 8

Кислотность различных частей ствола

Порода древесины	Кислотность (рН) частей ствола			
	Древесина	луб	корка	кора
Сосновая: Доставленная сплавом	4,7	5,1	4,7	4,5
Свежесрубленная	4,5	4,6	3,8	4,2
Еловая: доставленная сплавом	4,8	4,7	4,6	4,6
Свежесрубленная	4,9	4,9	4,0	4,2

При использовании отходов окорки важными свойствами являются насыпная масса и угол естественного откоса (табл. 9).

Таблица 9

Влияние породы древесины на насыпную массу и угол естественного откоса

Показатель	Порода древесины	
	еловая	сосновая
Насыпная масса отходов окорки после окорочных станков, кг/м ³	385	320
Угол естественного откоса отходов окорки, град.		
От окорочных станков		
Среднее значение	55	43
Минимальное значение	45	40
Максимальное значение	60	47
Измельчение в мельнице МК		
Среднее значение	31	33
Минимальное значение	28	30
Максимальное значение	35	37

Древесная кора и древесина имеют различное назначение в жизнедеятельности растущего дерева и поэтому различаются по химическому составу. Кора содержит значительно больше экстрактивных веществ. В табл. 10 приведен химический состав некоторых европейских пород древесины.

Химический состав коры различных древесных пород

Химический состав	Породы древесины					
	Сосна		Ель		Осина	Береза
	луб	корка	луб	корка	луб	луб
Целлюлоза	18,22	16,43	23,20	14,30	8,31	17,40
Пентозаны	12,14	6,76	9,65	7,10	11,80	12,50
Гексозаны	16,30	6,00	9,30	7,70	7,00	5,10
Урониды	6,04	2,17	5,98	3,95	3,56	7,35
Лигнин	17,12	43,63	15,57	27,44	27,70	24,70
Метоксил	1,84	3,70	1,90	2,90	3,78	0,70
Водный экстракт	20,84	14,20	33,08	27,91	31,32	21,40
Спиртовой экстракт	3,85	3,48	0,70	2,62	7,50	13,10
Легкоиспаряемые кислоты	1,73	1,25	1,11	0,69	1,60	0,70
Суберин	-	2,85	-	2,82	0,91	-
Зола	2,19	1,39	2,33	2,31	2,73	2,42

Кроме перечисленных отходов в производстве плит могут использоваться мелкий отсев, образуемый при сортировке технологической щепы, отвечающий требованиям ТУ 13-597-81 "Мелкий отсев для производства древесностружечных плит". Мелкий отсев не должен содержать более 15 % коры; 5 % гнили; 7 % частиц, прошедших через сито с отверстиями диаметром 1мм; 3 % крупных частиц, оставшихся на сите с отверстиями диаметром 50 мм. Обугленные частицы, минеральные и металлические примеси не допускаются. Щепа технологическая из тонкомерных деревьев и сучьев по ТУ 13-735-83 содержит повышенное количество коры и может без ограничения использоваться для внутренних слоёв ДСтП и в ограниченном количестве для производства ДВП и для наружных слоёв ДСтП. Для производства ДСтП может использоваться щепа технологическая из использованной деревянной тары по ТУ 63-80-18-75. Такая щепа должна иметь длину 10-60 мм и толщину не более 30 мм. Основное требование к такой щепе – отсутствие загрязнения жирами, маслами, красителями, цементом, химическими продуктами и другими веществами, указанными в ТУ. Известно применение в качестве сырья одубины, обрезков виноградной лозы, костры льна, конопли, кенафа, лузги подсолнечника, гречихи, риса, отходов переработки хлопка, шелухи растений, соломы и других растительных отходов.

2. ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ И ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЛИТ

Несмотря на разнообразие существующих и возможных технико-технологических решений при подготовке и измельчении древесных отходов, на практике традиционно эти решения сводятся к двум технологическим схемам.

Для кусковых древесных отходов: измельчение в щепу на рубительных машинах, сортировка щепы с доизмельчением крупной некондиционной фракции и удалением мелкой некондиционной фракции, измельчение щепы в стружку.

Для сыпучих древесных отходов: сортировка отходов, доизмельчение крупной некондиционной фракции.

Указанные принципиальные технологические схемы могут дополняться очисткой отходов от коры гнили, зелени, минеральных и металлических включений, дополнительным измельчением всей стружки или только ее крупной фракции в мельницах различной конструкции.

В то же время на производстве во многих случаях эти схемы упрощаются. Так в ряде случаев не производят сортировку щепы, сыпучих отходов и стружки, доизмельчение крупной фракции, удаление мелкой фракции и т.д. Ликвидация некоторых технологических операций приводит к сокращению затрат на производство плит. Однако в некоторых случаях это приводит к ухудшению их качества и потерям при реализации продукции.

Стружка – отходы, опилки и другое сыпучее древесное сырье требует меньших затрат на приготовление древесных частиц. Кроме того, отходы дешевле. Зачастую стружка, полученная на центробежных стружечных станках не намного лучше стружки отходов. При правильной организации производства наличие в стружке отходах различных фракций древесных частиц может быть положительным фактором.

При измельчении кусковых отходов на рубительных машинах получается щепка различных фракций. Кроме того, в щепе содержатся крупные сколы и мелочь. Крупную фракцию необходимо отделять и доизмельчать, так как она приводит к образованию крупной стружки, забиванию конвейеров, приемников стружечных станков, нависает на крыльчатки, препятствует образованию пробки при подаче в дефибраторы и т.д. В мелкой фракции зачастую содержится много минеральных включений, коры, гнили и ее в большинстве случаев целесообразно удалять из процесса.

Для разделения щепы на фракции применяются сортировки различных конструкций.

В практике производства технологической щепы нашли применение различные по устройству и принципу действия сортировки: гирационные, роторно-пальцевые, барабанные, воздушно-камерные, вальцево-дисковые и др. Наиболее широкое применение во всех отраслях лесопромышленного комплекса получили отечественные гирационные или полувибрационные сортировки.

Ферромагнитные предметы из щепы можно удалять с помощью электромагнитных сепараторов и электромагнитных шкивов.

Электромагнитные сепараторы подвешеного типа располагают вертикально или под углом наклона ленточного конвейера над движущимся потоком щепы.

Электромагнитные шкивы устанавливаются вместо приводных барабанов ленточных конвейеров. Шкив состоит из токораспределительной коробки, электромагнитной системы, подшипников и вала. Принцип работы электромагнитного шкива основывается на свойстве тел с различной магнитной восприимчивостью изменять траекторию своего движения или притягиваться под действием магнитного поля.

Основным недостатком электромагнитной сепарации является невозможность отделения от технологической щепы немагнитных примесей.

При мокром способе или флотации отделение примесей осуществляется благодаря большой разнице плотностей частиц и воды. Щепу, подвергаемую очистке, помещают в ванну с водой, при этом щепка всплывает, а минеральные и металлические примеси, имеющие плотность больше, чем плотность воды, оседают на дно ванны.

Сухой способ очистки основан на принципе разделения в воздушной среде щепы и примесей, имеющих различное сопротивление движению вследствие неодинаковой формы, размеров плотности и других факторов.

Учитывая, что в производстве древесностружечных плит минеральные и металлические примеси представляют наибольшую опасность для измельчающего оборудования, уже в начале 70-х годов были созданы пневмоинерционные устройства, устанавливаемые на центробежных стружечных станках и мельницах центробежного типа. Такие отделители предназначены одновременно для загрузки и очистки древесных материалов от минеральных и металлических примесей.

В зависимости от требований и условий производства технологическую щепу в некоторых случаях приходится очищать от зелени, коры, гнили.

Существует три направления решения проблемы получения щепы, очищенной от зелени: отделение кроны деревьев до измельчения их в щепу; отделение древесной зелени, мелочи и коры от щепы; отделение зелени от кроны.

Известен инерционно-пневматический способ отделения древесной зелени от щепы. Отделитель работает следующим образом. Щепка с включе-

ниями из бункера по наклонной плоскости поступает на быстродвижущуюся ленту конвейера и приобретает все увеличивающуюся скорость за счет силы трения о ленту. Частицы с различной массой и парусностью падая с конвейера описывают траекторию неодинаковой длины и попадают в разные секции приемника. Дополнительный эффект может достигаться путем отсоса воздуха из патрубка.

Традиционные способы очистки древесного сырья от гнили предусматривают раскалывание круглых лесоматериалов и последующую их индивидуальную обработку.

Большой интерес представляют методы очистки древесины после ее рубки на щепу и избирательного измельчения. Эти способы основаны на различии показателей прочности гнилой и здоровой древесины. Для удаления гнили смесь гнилой и здоровой щепы измельчается в молотковых дробилках. Пораженная гнилями древесина измельчается более интенсивно, чем здоровая, и в значительной мере может быть отсортирована на ситах.

Существуют также комбинированные способы удаления гнили методами просеивания и сепарации в воздушном потоке; избирательного измельчения, просеивания на ситах и сепарации в воздушном потоке. При этом удаляется около 60 % гнили при потере до 20 % здоровой древесины. В связи с увеличением объемов использования отходов возрастает значение очистки щепы от коры. При очистке щепы от коры применяются, в основном, способы, основанные на избирательном измельчении. Известно также применение промывочных установок.

Применение мокрых способов очистки щепы более эффективно в целлюлозно-бумажном производстве и производстве древесноволокнистых плит, чем в производстве древесностружечных плит, где насыщение щепы водой приводит к повышенным энергозатратам при сушке стружки. Древесные частицы по массе составляют в плитах около 85 %. Поэтому естественно, что их параметры оказывают существенное влияние на свойства готовых плит.

Одним из перспективных путей повышения эффективности производства древесных плит является стабилизация параметров древесной щепы, стружки, и любого другого древесного сыпучего сырья. Из частиц со стабильными параметрами можно получать плиты с меньшим разбросом физико-механических показателей.

Параметры сырья и условия изготовления плит невозможно поддерживать строго постоянными, что связано с естественным разбросом свойств древесины (даже при использовании одной породы), естественной неравномерностью структуры и плотности плит, техническими возможностями оборудования и т.д.

К основным параметрам древесных частиц относятся: насыпная плот-

ность, прочность, влажность, геометрия (форма, размеры, фракционный состав), содержание некондиционных примесей (коры, гнили) и другие.

Кислотность древесины влияет на рецептуру связующего и время его отверждения в процессе прессования плит. Кислотность в основном зависит от породы древесины и при использовании одной породы существенно не изменяется.

Кроме нестабильности свойств древесного сырья большое значение имеет состояние оборудования. Практически на всех предприятиях используются стружечные станки с различным износом ножевых валов и колец, не соблюдаются требования технологических инструкций по своевременной смене и заточке ножей и т.д. В какой-то мере в связи с перемешиванием частиц в технологическом потоке качество стружки частично усредняется, однако этого не достаточно.

Возможна стабилизация параметров древесных частиц путем их накопления в некотором количестве и перемешивания в накопленном объеме между собой до получения стабильной по составу смеси.

Принципиальная отличительная особенность усреднения по сравнению с любыми другими способами стабилизации заключается в возможности стабильности материала одновременно по всем свойствам без исключения. При этом усреднение можно осуществлять на различных видах древесных частиц, а также на их смеси.

Под усреднением обычно понимают технологический процесс, направленный на повышение однородности качественного состава материала.

В производстве плит в некоторых случаях применяется общее непрерывное усреднение. При этом в зависимости от условий производства могут использоваться один или два штабеля. К сожалению, в отечественной практике мало уделяется внимания вопросам усреднения, в результате чего предприятия несут существенные потери.

При попадании в сырье металлических включений происходят поломки оборудования, поэтому для обнаружения таких включений применяют металлоискатели.

Металлоискатели состоят из автогенераторного датчика, детектора, усилителя импульсов с выходным реле, выпрямителя, стабилизатора напряжения и приборов звуковой сигнализации.

Работа металлоискателя основана на изменении его электрических параметров при прохождении через датчик сырья с металлическими включениями. В результате изменения параметров датчика изменяется интенсивность электрических колебаний генерируемых им. Изменение интенсивности колебаний металлоискателя вызывает срабатывание электронного устройства, которое включает световой и звуковой сигналы и отключает электродвигатель ленточного конвейера, что приводит к его остановке.

Древесное сырье можно разрушить следующими элементарными способами: резанием, разломом, объемным сжатием (стесненным, консольным и свободным ударом, прокаткой, раздавливанием между двумя плоскостями), изгибом – изломом, раскалыванием, расщеплением, скалыванием, растяжением, кручением, а также их комбинациями.

Недостатком процесса резания является его неизбирательность (невозможность разрушения по наиболее ослабленным элементам структуры древесины); большие затраты на приобретение, заточку и настройку ножей; опасность попадания в рабочую зону минеральных и металлических предметов.

Способ резания можно рекомендовать только при измельчении сравнительно крупных кусковых отходов, имеющих ориентацию волокон вдоль их длины на технологическую щепу. Не рекомендуется резанием измельчать сыпучие древесные отходы, короткие и тонкие кусковые отходы и отходы, не имеющие ориентации волокон вдоль их длины. К таким отходам относятся шпон-рванина, пни и корни, сучья и ветви, обрезки плит и фанеры и т.д.

На стружечных станках с ножевым валом иногда измельчаются в стружку сравнительно крупные кусковые отходы (карандаши, обрезки от раскроя крупных лесоматериалов, горбыли и т.д.).

Измельчение древесины в щепу для производства плит осуществляется в рубительных машинах. По виду рабочего органа рубительные машины разделяются на дисковые и барабанные (рис. 2).

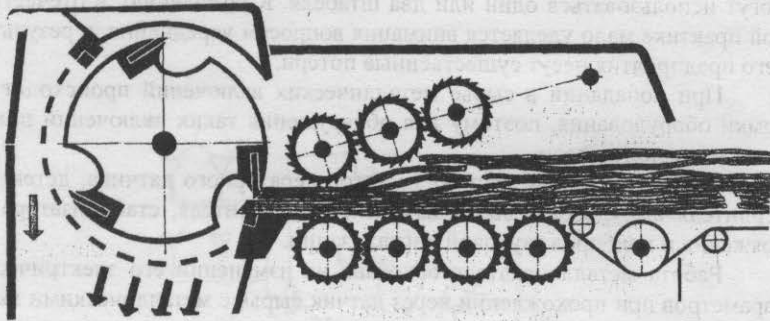


Рис. 2. Схема барабанной рубительной машины для переработки кусковых отходов в щепу

Для измельчения в щепу лесосечных отходов (сучьев, вершин, хвороста, тонкомерных деревьев) широко используются передвижные рубильные машины. Так на рис. 3 показана финская передвижная рубильная машина САСМО НР – 30. Машина установлена на колёсном ходу и отличается надёжностью в работе, простотой конструкции, получением однородной щепы. Для доставки машины на лесосеку могут использоваться колёсные тракторы. Она установлена на одноосном шасси с дышлом для присоединения к трактору и имеет вал отбора мощности трактора. При рубке щепа с помощью поворачиваемой трубы загружается непосредственно в прицеп щеповоза. Измельчаемые отходы с помощью грейферного манипулятора вводятся в зев машины. Производительность машины 20 – 40 м³, потребляемая мощность 60 – 110 кВт, скорость подачи 0,4 – 0,8 м/с, размеры загрузочного окна 315 – 270 мм, частота вращения шарнирного приводного вала 540 – 1000 мин⁻¹ от вала отбора мощности трактора, масса машины 3000 кг, масса диска 1300 кг. Длина щепы может меняться от 20 до 80 мм. Это достигается путём замены ножей: нож 30 L – длина щепы 60 – 80 мм; нож 30М – длина щепы 30 – 50 мм; нож 30 S – длина щепы 20 – 30 мм. Заготавливаемые отходы вводятся в зев машины и затягиваются без специального подающего механизма за счёт винтовой формы диска.

Для переработки тонкомерных деревьев и сучьев в ЦНИИМЭ разработаны передвижные рубильные машины. Одна из последних моделей машина УРП – 1 имеет производительность 15 м³/ч и перерабатывает древесину диаметром до 300 мм. Машина имеет трубу для загрузки щепы в прицеп, подача тонкомерных деревьев осуществляется манипулятором.

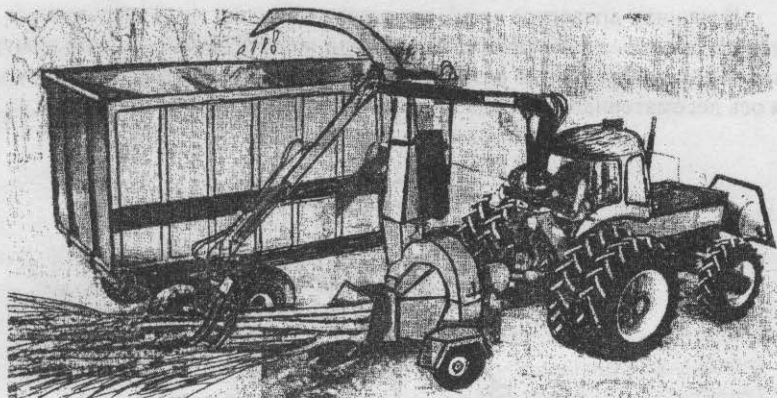


Рис. 3. Переработка лесосечных отходов (сучьев, ветвей, вершин, хвороста, тонкомерных деревьев) в щепу на передвижной рубильной машине

При раскряжке хлыстов на сортименты образуется значительное количество кусковых отходов в виде откомлевок, козырьков и короткомерных отрезков длиной менее 0,75 м, которые не находят промышленного применения. Для переработки их на технологическую щепу создана специализированная рубительная машина МРБР8-15Н (рис.4). Ее рабочий орган выполнен в виде полого барабана диаметром 960 мм, в прорезях которого находится 3 резца. Барабан размещен на валу и приводится во вращение (частота 330 мин⁻¹) электродвигателем 75 кВт через клиноременную передачу. Внутри барабана для удаления щепы неподвижно установлен плужковый сбрасыватель. В верхней части ограждающего кожуха барабана имеется прямоугольное отверстие, образующее шахтный загрузочный патрон. Передней стенкой кожуха служит откидной люк, через который резцы заменяются и регулируются. Для доступа во внутрибарабанную полость предусмотрена съемная крышка на боковой (торцовой) стенке кожуха. Барабан с валом, передний откидной люк, конронож и электродвигатель смонтированы на литом основании – раме. Машина оснащена ручным тормозом и системой электроблокировок, комплектуется приспособлениями для групповой заточки, а также настройки резцов на установочную длину. Съемный резец представляет собой сегмент трубы.

Рубительная машина вырабатывает щепу регламентированной длины (23 мм) и толщины (5 мм): выступающая часть главного (среднего) лезвия резца над барабаном определяет толщину, а его протяженность – длину щепы. Щепа, получаемая на рубительной машине из окоренной без гнили древесины, пригодна для выработки целлюлозы, а из неокоренной дровяной древесины пригодна для производства древесных плит.

В машину древесное сырье поступает через шахтный загрузочный патрон и размещается в камере, образуемой конроножевой стенкой кожуха и наружной поверхностью резцового барабана. При переработке продольная ось лесоматериала совпадает с осью вращения барабана.

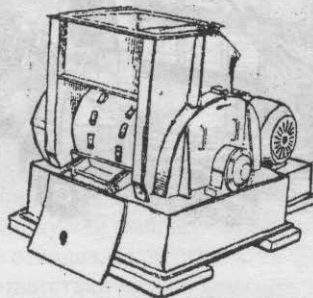


Рис. 4. Рубительная машина МРБР8-15Н

На стружечных станках получается стружка, в основном сформированная только по толщине и длине. Ширина стружки не калибруется и получается значительно больших размеров, чем требуется для производства ДСтП. Кроме того, для формирования наружных слоев стружка от стружечных станков не годится, так как она слишком крупная. Поэтому такую стружку дополнительно измельчают по ширине, а для наружных слоев и по длине в устройствах различной конструкции. Кроме специальной стружки в размольных устройствах может измельчаться различное, предварительно измельченное, древесное сырье (щепа, опилки, станочная стружка и т.д.).

В производстве древесных плит широко применяются устройства, работающие на принципе размола. Размол заключается в разрушении связей путем удара, сжатия, истирания и раздергивания отдельных волокон или их пучков.

Ударом рекомендуется измельчать практически любые кусковые древесные отходы, имеющие высокую влажность (не менее 50 %). Удар может быть свободный (влет), консольный и стесненный. При стесненном ударе древесину подпирает основание, на котором она расположена; при свободном ударе эту роль выполняют инерционные силы; при консольном ударе и то и другое. Под консольным ударом понимается удар по концу заготовки, подаваемой в рабочую зону дробилки подающим механизмом или скользящей по наклонной плоскости. В последнем случае подпор заготовки осуществляется за счет инерционных сил. Ударная нагрузка отличается от статической, прежде всего тем, что время ее действия исчисляется сотыми и даже тысячными долями секунды. За это время она доходит до своего максимального значения, затем падает до нуля.

Для одностадийного измельчения кусковых отходов наиболее рационально применение дробилок мельниц, в которых сочетаются удар и размол или же прокатка, удар и размол.

В последние годы в Германии появились молотковые дробилки для измельчения разнообразных кусковых отходов сочетанием удара и размола.

Измельчитель «Viber» фирмы «Пальман» предназначен для переработки всех видов древесных отходов, отходов древесностружечных плит, древесины, бывшей в употреблении, картона, бумаги. Полученный в результате измельчения материал можно использовать в качестве топлива или сырья для изготовления плит. Сырье поступает в вертикальный бункер станка с подвижным дном, которое автоматически подает его в измельчитель. Ротор может быть оснащен кулачками, молотками или ножами. Степень измельчения частиц определяется размерами отверстий, установленных в корпусе станка.

Ударно-молотковая мельница PHP-H «GRIZZLY» фирмы «Пальман» предназначена для измельчения деревянных поддонов, ящиков и других упаковочных материалов, отходов переработки древесины. Полученные частицы используют в производстве ДСтП и как топливо. Подача материала горизонтальная, крупное сырье в зоне поступления в мельницу гидравлически сжимается. Измельчение осуществляется сначала молотками ротора, а затем в ударно - отражательной камере на гребнеобразном устройстве. Выгружается материал через решетку – грохот вниз.

Сущность измельчения древесины ударным сжатием состоит в том, что при воздействии на нее периодических ударных сжимающих нагрузок, приложенных перпендикулярно направлению волокон, при определенных условиях происходит разделение древесины на тонкие длинные частицы. При отсутствии в древесине свободной воды сильно деформируются полости сосудов и клеток. Это приводит к нерациональному поглощению энергии и нежелательному характеру измельчения. Значительное насыщение пор древесины свободной водой способствует ее расщеплению вдоль волокон, при этом деформация клеточных полостей и сосудов незначительна. Трещины и плоскости сдвига проходят по ослабленным сечениям древесины: сердцевинным лучам, межклеточному веществу и т.д.

Располагая в различных вариантах мелкие фракции в наружных слоях, а крупные во внутренних, определили оптимальную конструкцию плиты. Эта конструкция обеспечивается расположением фракции 0/3 во внутреннем слое, фракции 3/1 в промежуточном и фракции 1/0 в наружном слое. Плиты такой конструкции имеют высокую прочность при статическом изгибе и высокое качество поверхности. Производственные испытания показали, что ДСтП изготовленные из частиц, полученных ударным сжатием, превосходят по пределу прочности при статическом изгибе из частиц, полученных с помощью рубительных машин и центробежных стружечных станков в 1,5 – 2 раза.

При измельчении опилок в шаровой мельнице сила удара шара действует на древесную частицу как сила сжатия, следовательно, в шаровой мельнице осуществляется процесс ударного сжатия. При этом в связи с малой длиной опилок (до 6 мм) способ ударного сжатия является одним из наиболее эффективных способов разрушения древесных частиц.

Сравнение результатов измельчения опилок в шаровой мельнице и молотковой дробилке показало, что в шаровой мельнице получают более тонкие древесные частицы с улучшенными технологическими свойствами по сравнению с молотковой мельницей.

Для широкого использования малоценной древесины и ее отходов немаловажное значение имеет превращение их в транспортабельную массу непосредственно на месте образования. Как известно вывозка отходов нерациональна из-за их низкой плотности. Вместе с тем использование традиционных рубительных машин (как дисковых так и барабанных) для измельчения отходов, например, пней из-за наличия в них минеральных включений нерационально. Не случайно появился новый класс специальных дробилок для получения крупномерной щепы. Они перерабатывают древесину в хаотичной массе и не реагируют на наличие минеральных или металлических частиц.

Работы по созданию таких дробилок в нашей стране начались в 1969 году, за рубежом в середине 80-х годов. Принцип их работы основан на измельчении материала двумя валками, вращающимися навстречу друг другу (рис. 5). В одних дробилках (СНПЛО) валки снабжены радиально расположенными продольными ножами, закрепленными в дисках, в свою очередь жестко установленных на валах. В других (финской фирмы Лоннстром) валки набраны из дисков, имеющих трапецеидальные выступы или вставные режущие элементы (канадские «Профит» СК-2800 и финские А/О Фибал). В третьих (финской фирмы Малин) валки представляют собой разновидность шнеков.

Дробилки «Фибал» наиболее эффективно работают на сравнительно чистых отходах большого диаметра ограниченной длины (нежелательно сильно искривленные, особенно двойные куски древесины). Дробилки «Лоннстром» рациональнее использовать для измельчения отходов тарного производства, мелких обломков и на повторном дроблении крупномерной массы. Дробилки шнековые типа «Малин» эффективны при дроблении сухих хрупких отходов (преимущественно хвойных пород), длина их может несколько превосходить длину валков. Дробилки ВД-1А с радиально установленными продольными ножами целесообразны при измельчении отходов диаметром 5 – 25 см, длиной от 0,5 до 6 м и более. Благодаря комбинированному взаимодействию изгибающих, режущих и раскалывающих усилий энергоемкость валковой дробилки СНЛО составляет $1,6 - 1,75 \text{ кВтч/м}^3$.

Фирмой «Векоплан» Германия разработаны дробилки серии УВ. Ротор дробилки оснащен кулачками в зависимости от ее типоразмеров. Под воздействием кулачков древесные отходы самых разнообразных размеров расщепляются на куски размером до 200 мм.

Разрушение древесины кратковременной нагрузкой может быть реализовано не только в механизмах ударного действия, но и в валковых дробилках. Древесное сырье подается между приводными валками, давление между которыми при прокатке может регулироваться пневмоприжимами. Сочетание высокой влажности (80 – 100 %) и сравнительно высокой скорости прокатки ($V = \text{до } 5 \text{ м/с}$) позволяет эффективно разрушать древесину по межволоконным связям.

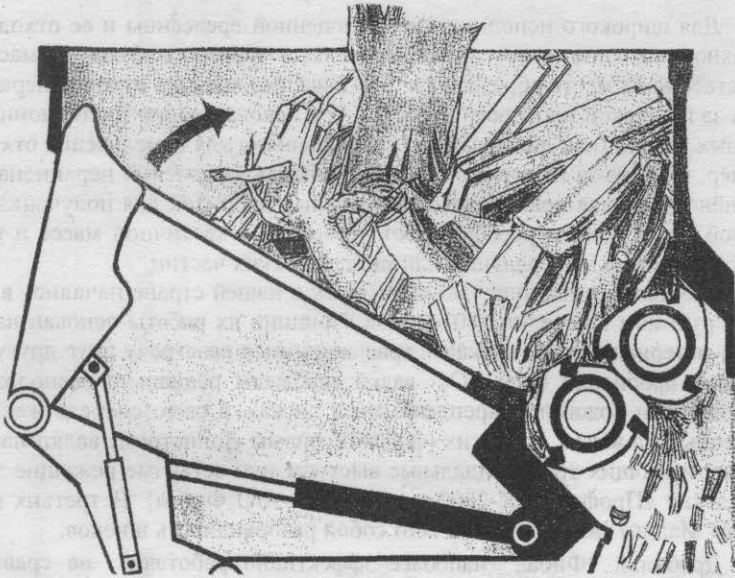


Рис.5. Валковая дробилка для переработки на крупномерную щепу разнообразных кусковых отходов (откомлёвок, оторцовок, обломков хлыстов, бывшей в употреблении тары, пней, пневого соснового осмола)

ДСтП из сучьев, измельченных валковым способом, имеют высокую прочность, что объясняется большой прочностью получаемых частиц, их волокнистой формой и разрыхленной внутренней структурой, способствующей расплющиванию частиц при прессовании и увеличению площади контактов склеивания. Прочность плит из измельченной щепы несколько ниже, так как в этом случае образуются более короткие частицы.

В МГУЛе исследован процесс крупнозернистого шлифования древесины. Доказано, что этот способ перспективен при изготовлении из кусковых древесных отходов волокнистых частиц для древесных плит. В процессе диспергирования древесины крупнозернистыми абразивными ленточными инструментами происходит формирование стружки по длине, толщине и увеличение активной поверхности древесных частиц.

В процессе крупнозернистого шлифования возможно получение частиц с заданными свойствами для формирования наружных слоев ДСтП.

Для измельчения отходов окорки рекомендуется применять вертикальные молотковые мельницы (рис.6).

Мельница имеет вертикальный ротор, на котором в специальных дисках шарнирно закреплены режущие элементы – ножи и била. Ротор вращается внутри статора, выполненного в виде полого цилиндра. По его образующим в пазах закреплены контрножи, которые, перемещаясь в радиальном направлении, регулируют зазор между режущими кромками бил и контрножей. Узлы мельницы монтируют на станине. Привод мельницы от электродвигателя через клиноременную передачу. Отходы окорки загружаются через загрузочную воронку и попадают на верхний ряд ножей, имеющих косую заточку (режущая кромка в горизонтальной плоскости). Ножи перерезают длинные куски коры. Под действием центробежных сил частицы коры отбрасываются к периферии и измельчаются вертикальными режущими кромками бил во взаимодействии с контрножами, проходя последовательно все ряды бил под действием сил гравитации. Измельченный продукт удаляется из машины через окно.

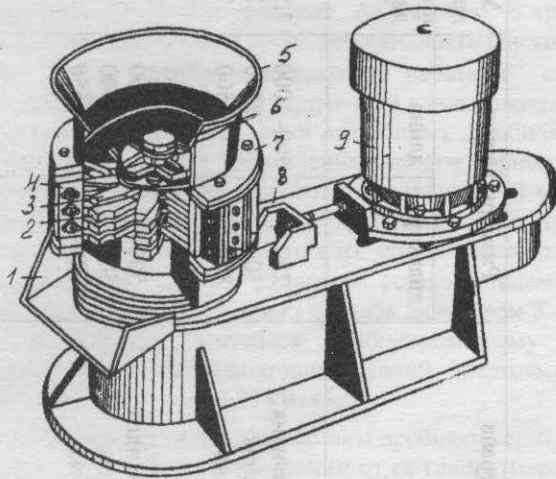


Рис.6. Схема мельницы модели МК:

1 – вертикальный ротор; 2,3 – ножи и била; 4 – статор; 5 – контрножи; 6 – станина; 7 – электродвигатель; 8 – загрузочная воронка; 9 – окно выгрузки

Техническая характеристика валковых дробилок

Марка дробилок	Страна	Размеры валков, мм		Установ- ленная мощ- ность приво- да, кВт	Масса, кг	Частота вращения валков, мин. ⁻¹	Произ- води- тель- ность, м ³ /ч
		диаметр	длина				
«Малин»: 250 500 800	Финляндия	250	500-1000	7,5 - 15	500/700	30 - 50	-
	Франция	500	2500	75 - 200	4500	30 - 50	-
	Франция	800	2500	75 - 200	8500	30 - 50	-
«Лонинстром» 201 202 203	Финляндия	500	1300	2 x 30	6200	50	100
	То же	500	1500	2 x 45	7600	50	150
	То же	620	1650	2 x 75	9500	50	250
«Фибал» СК-Р 1800 2800	То же	520	1800	100 - 200	10500	50	70
	То же	520	2800	2500	14000	50	110

Подолжение табл. 11

Марка дробилок	Страна	Размеры валков, мм		Установ- ленная мощ- ность приво- да, кВт	Масса, кг	Частота вращения валков, мин. ⁻¹	Произ- води- тель- ность, м ³ /ч
		диаметр	длина				
4500	Финляндия	650	4500	2 x 200	32000	50	120-170
«Профит»							
СК - 2800	Канада	500	2800	200	-	50	100-110
СК - 3200	Швеция	650	3200	330	20000	50	140-180
ВД	СССР	600	2500	75	12000	47	100
ВД-1	СССР	600	2000	55 - 75	9200	42 - 61	80-100
ВД-1А	«	630	1200	55 - 75	8000	42 - 61	60-80
ВД-М	«	300	250	14	120	50 - 100	15 - 30
ВД-1,2	«	600	1200	40	4000	48	30
ВД-4	«	1000	2000	160	19000	25 - 30	250-400

Одним из способов безножевого измельчения сыпучего древесного сырья является размол в двухшнековых экструдерах. В двухшнековых экструдерах измельчение сыпучего древесного сырья в основном происходит за счет трения частиц между собой, а также за счет сжатия и сдвига. Считается, что при большом давлении и сдвиге наблюдается высокая реакционная способность и структурные изменения во вновь созданных поверхностных слоях. Исследования проведенные на аппаратах типа Бриджмена подтвердили эти предложения. Кроме того, при разрушении древесины происходят химические реакции, пластические деформации по фронту образования новой поверхности, наблюдается эмиссия электронов, выделяется тепловая энергия и т.д.

С целью определения эффективности использования двухшнековых экструдеров для измельчения сыпучего древесного сырья во ВНИИДреве проведены специальные исследования. Проведена опытная выработка древесной массы из щепы с использованием двухшнекового экструдера (аппарата трения) Л-149 производства АО «Петрозаводскмаш» при различных параметрах размола.

Двухшнековый аппарат укомплектован рабочими органами, которые представляют собой два шнека, витки которых заходят друг в друга с некоторым фиксированным зазором. Шнеки вращаются в противоположных направлениях с приводом от двух синхронно вращающихся валов, связанных через общий редуктор с электродвигателем. Шаг витков в подающей части шнеков переменный, а в рабочей — постоянный и гораздо меньше, чем в подающей части. Зубья шнеков — трапецевидные. Система управления аппаратом обеспечивает регулирование частоты вращения шнеков от 1 до 1000 мин.⁻¹.

Щепа загружается в емкость и подвергается в ней обработке паром при температуре около 100 °С. Затем щепа поступает на шнеки, затягивается в межвитковое пространство, где испытывает сжатие и сдвиг, а также интенсивное трение частиц между собой, что вызывает нарушение межволоконных и межфибриллярных связей.

Технологические параметры размола:

относительная влажность щепы, поступающей на размол, %	
не менее	- 40
давление пара, поступающего в емкость обработки щепы, МПа	- 0,02
температура пара, поступающего в емкость для обработки щепы, °С	- 100
частота вращения шнеков, мин. ⁻¹	- 500 - 1000

При изготовлении плит использовано волокно, полученное с пропаркой и без пропарки щепы.

Проведенные работы по получению древесных частиц в двухшнековых измельчителях позволили выявить положительные стороны этого способа: безножевое измельчение; селективное разрушение древесины при измельчении; простота и надежность конструкции; непрерывность процесса; совмещение операции транспортирования и измельчения, что позволяет в экструдере создавать участки с различными условиями размола.

На рис. 7 – 12 представлены основные схемы технологических участков подготовки и измельчения древесных отходов различных производств. При этом определена номенклатура оборудования, требуемая для переработки отходов лесопильных, столярно-строительных, мебельных и фанерных предприятий.

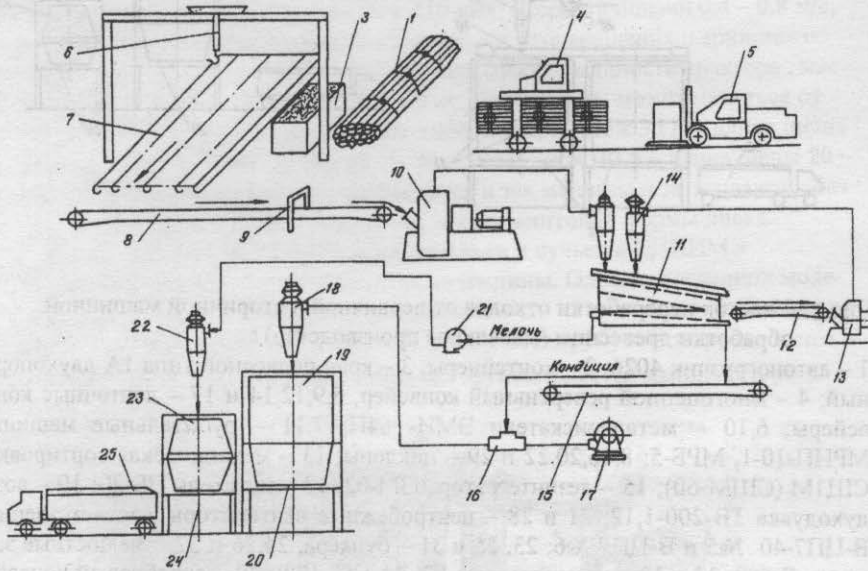


Рис. 7. Участок накопления, отгрузки и переработки кусковых отходов лесопильного производства:

1 – стропы; 2 – оформированные пакеты; 3 – контейнеры; 4 – автолесовоз Т140М; 5 – автопогрузчик 4026; 6 – кран подвесной типа 1А двухопорный; 7 – реверсивный многоцепной конвейер; 8, 12 и 15 – ленточные конвейеры; 9 – металлоискатель ЭМИ-64П; 10 – рубительная машина; 11 – сортировка для щепы плоская СЦ-1М (СЦМ-60); 13 – дезинтегратор ДЗМ-0,2; 14, 18 и 22 – циклоны соответственно ЛТА №6, К-18 и К-14; 16 – питатель ЛБ-20; 17 – воздуходувка; 19 и 23 – бункера Б-6; 20 и 24 – челостные затворы Б-600; 21 – центробежный вентилятор В-ЦП7-40 №5; 25 – автощеповоз ЛТ-7А (ЛТ-170); 26 – автопоезд ЛТ-43 для перевозки короткомерных лесоматериалов

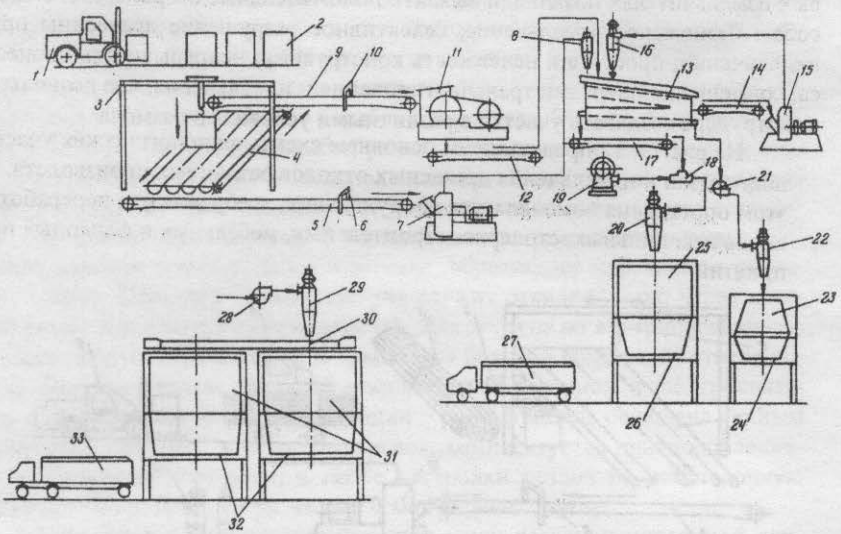


Рис. 8. Участок переработки отходов от первичной и вторичной машинной обработки древесины (мебельное производство) :

1 – автопогрузчик 4026; 2 – контейнеры; 3 – кран подвесной типа 1А двухопорный; 4 – многоцепной реверсивный конвейер; 5,9,12,14 и 17 – ленточные конвейеры; 6,10 – металлоискатели ЭМИ- 64П; 7,11 – рубительные машины МРНП-10-1, МРБ-5; 8,16,20,22 и 29 – циклоны; 13 – механическая сортировка СЦМ (СЦМ-60); 15 – дезинтегратор ДЗМ-02; 18 – питатель ПБ-20; 19 – воздуходувка ТВ-200-1,12; 21 и 28 – центробежные вентиляторы соответственно В-ЦП7-40 №5 и В-ЦП7 №6; 23, 25 и 31 – бункера; 24,26 и 32 – челостные затворы Б-600; 27 и 33 – автощеповозы ЛТ-7А (ЛТ-170); 30 – скребковый конвейер

Следует отметить, что указанные модели оборудования могут быть различны на различных предприятиях, кроме этого оборудование постоянно совершенствуется и модели изменяются.

На рис. 7 представлена схема участка переработки кусковых отходов лесопильного производства. Измельчённые в щепу кусковые отходы сортируются на ситовой сортировке. Крупная фракция возвращается на доизмельчение в рубительную машину или специальный дезинтегратор, мелкая фракция направляется в бункер отходов, а кондиционная фракция поступает в производство плит. При соответствии мелкой фракции требованиям ТУ 13-597-81 "Мелкий отсев для производства древесностружечных плит" она направляется в производство ДСП.

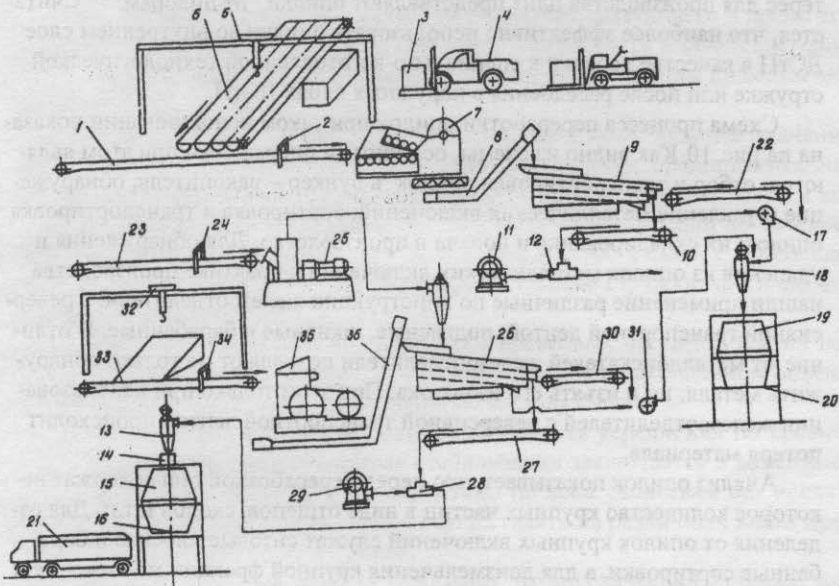


Рис. 9. Участок переработки отходов фанерного производства:
 1,10,22,23,27,30 и 33 – ленточные конвейеры; 2,24 и 34 – металлоискатель ЭМИ-64П; 3 – контейнер; 4 – автопогрузчик 4026; 5 и 32 – краны подвесные двухопорные типа 1А; 6 – реверсивный многоцепной конвейер; 7 – рубительный станок ДШ-4; 8,14 и 36 – скребковые конвейеры; 9 и 26 – механические сортировки СЩ-1М (СЩМ-60); 11 и 29 – воздуходувки ТВ-200-1,12; 12 и 28 – питатели ПБ-20; 13 и 18 – циклоны соответственно К-18 и К-14; 15 и 19 – бункера; 16 и 20 затворы челюстные; 17 и 31 – центробежные вентиляторы В-ЦП7-40 №5; 21 – автощеповоз; 25 – рубительная машина МРНП –10-1 (МРГ-20Б-1, МРНП-30-1); 35 – барабанная рубительная машина МРБР-8-15Н

В производстве мебели при первичной и вторичной механической обработке древесины образуются кусковые отходы различных размеров в том числе и короткомерные влажностью более и менее 30 %, а также сыпучие отходы (стружка, опилки, шлифовальная пыль). Схема переработки указанных отходов представлена на рис. 8. Кусковые отходы измельчаются в щепу на рубительной машине, сортируются на механической сортировке и далее направляются также как и по предыдущей схеме. Аналогичная схема по переработке отходов фанерного производства представлена на рис. 9.

Учитывая объёмы и размерно – качественные показатели, наибольший интерес для производства плит представляют опилки, от пиломат. Считается, что наиболее эффективно использовать опилки во внутреннем слое ДСтП в качестве добавки к специально-изготовленной технологической стружке или после расслоения в наружных слоях ДСтП.

Схема процесса переработки опилок при таком использовании показана на рис. 10. Как видно из схемы, основными операциями при этом являются: отбор и транспортировка опилок в бункер – накопитель; обнаружение и удаление металлических включений; сортировка и транспортировка опилок; их складирование и подача в производство. Для обнаружения и удаления из опилок металлических включений в практике производства нашли применение различные по конструкции железоотделители: с реверсивной транспортной лентой, подвесные, шкивные и барабанные. В отличие от металлоискателей железоотделители позволяют не только обнаружить металл, но и изъять его из потока. При этом только при использовании железоотделителей с реверсивной транспортной лентой происходит потеря материала.

Анализ опилок показывает, что перед переработкой они содержат некоторое количество крупных частиц в виде отщепов, сколов и т.п. Для отделения от опилок крупных включений служат ситовые плоские и барабанные сортировки, а для доизмельчения крупной фракции молотковые и зубчато-ситовые мельницы. Кроме того, могут использоваться для расслоения опилок шаровые и валковые мельницы. Для накопления сыпучих отходов рекомендуется применение вертикальных бункеров, разработанных вологодским ГКБД.

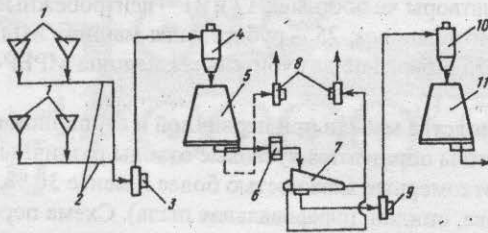


Рис. 10. Схема подготовки мягких древесных отходов:

1 – приёмники отходов; 2 – отсасывающие трубопроводы; 3, 8, 9 – пневмотранспортные установки; 4, 10 – циклоны; 5 – бункер накопитель; 6 – железо – отделитель; 7 – рассев; 11 – бункер для сортированного материала

На рис. 11 представлена технологическая схема участка подготовки отходов окорки к использованию в технологических целях. Отходы окорки от окорочной станций проходят через магнитный сепаратор и измельчаются в мельнице МК или группе мельниц в зависимости от производительности установленных машин и объема переработки. Измельченный продукт направляется на сепарацию в виброгрохоты с двумя рядами сит.

Крупные частицы, не прошедшие через верхнее сито, доизмельчают, мелкие частицы используют как топливо или, например, для изготовления компостов. Кондиционный продукт с нижнего сита направляют в промежуточный склад, а из него через дозирующее устройство в приемную систему сушильного агрегата. Сухой продукт влажностью 20 – 30 % направляют на промежуточный склад, снабженный устройствами для загрузки готовой продукции, отправляемой потребителю, в транспортные средства.

Отходы окорки можно сепарировать и после сушки. В этом случае сепарирующие устройства устанавливают непосредственно за сушильным агрегатом перед складом готовой продукции. Отсев с сепарирующих устройств в виде сухих крупных кусков и мелочи используют на топливо. При такой схеме необходимо отделять крупные куски коры перед загрузкой в сушилку для обеспечения ее нормальной работы.

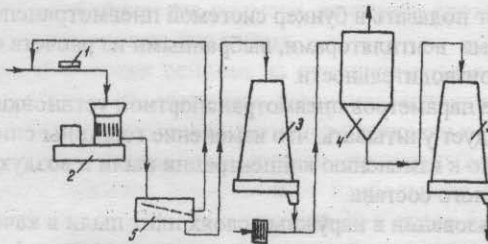


Рис.11. Технологическая схема участка подготовки отходов окорки для использования их в технологических целях :

- 1 - магнитный сепаратор; 2 - мельница вертикальная молотковая;
3 - промежуточный склад; 4 - сушильный агрегат; 5 - сортировка

Проведенные ЦНИИФом исследования показали, что для использования в качестве вторичного сырья наиболее пригодна пыль, образующаяся при сортировке стружки и шлифовании древесностружечных плит, а в качестве топлива — как указанные, так и все другие виды пыли, образующиеся в деревообработке. Однако, чтобы эффективно использовать пыль как вторичное сырье и топливо, ее следует предварительно подготовить.

Принципиальная схема подготовки пыли для ее использования в качестве вторичного сырья и топлива (рис. 2) предусматривает следующие технологические операции: отбор пыли от установок для сортировки специальной стружки, стружки-отходов или опилок (сортировок, колонок и т. д.) и шлифовальных станков; транспортировку пыли в бункер и ее отделение от транспортирующего воздуха; складирование пыли в бункере и создание ее межоперационного запаса; дозирование и выдачу пыли в смесители для смешивания со связующим или в топку для сжигания.

Для отбора пыли от установок для сортировки, имеющих неподвижные выпускные патрубки, а также от шлифовальных станков. Приемники пыли выполняются по типу обычной всасывающей воронки соответствующих формы и размеров. Диаметр всасывающей воронки должен быть больше диаметра выпускного патрубка сортировки на величину эксцентриситета корпуса машины относительно оси приводного вала. Чтобы при этом пыль не попадала в производственное помещение, на выпускном патрубке рассева закрепляется кусок гибкого рукава, свободно свисающий во всасывающую воронку.

Пыль следует подавать в бункер системой пневмотранспорта с центробежными пылевыми вентиляторами, выбранными из расчета обеспечения максимальной производительности.

При выборе параметров пневмотранспортной установки для шлифовальной пыли следует учитывать, что изменение толщины снимаемого слоя приводит не только к изменению концентрации пыли в воздухе, но и к изменению ее дисперсного состава.

При использовании в наружных слоях плит пыли в качестве добавки к стружке (трехслойные плиты) и в самостоятельном потоке (пятыслойные) очень важно обеспечить строгое процентное соотношение расхода как между стружкой и пылью, так и между различными видами пыли. С этой целью при подаче указанных частиц в смеситель целесообразно ввести пропорциональное автоматическое дозирование. Получаемые при этом плиты отличаются повышенной стабильностью своих показателей по прочности и товарному виду.

Следует отметить, что во всех случаях при использовании пыли должны быть решены вопросы связанные с возможным запылением окружающей среды, взрывоопасностью пыли, а также технологические вопросы. Чем меньше размеры частиц, тем больше их удельная поверхность и требуется больший расход связующего для их осмоления.

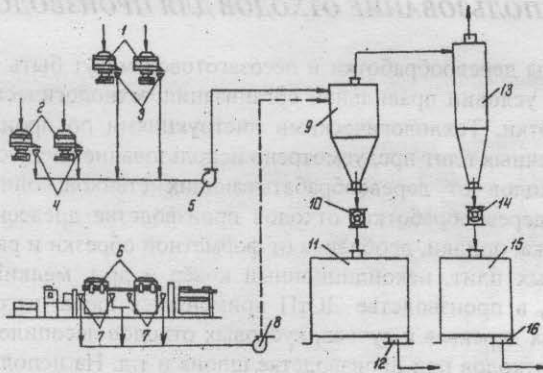


Рис.12. Технологическая схема подготовки пыли для использования в качестве вторичного сырья и топлива:

1, 2 – сортировки для специальной стружки; 3, 4, 7 – приёмники для пыли; 5, 8 – системы пневмотранспорта; 6 – шлифовальные станки; 9, 13 – основной и дополнительные циклоны; 10, 14 – шлюзовые питатели; 11, 15 – бункера; 12, 16 – дозаторы

Технологические схемы подготовки и измельчения древесного сырья в зависимости от его вида, характеристики, требований к плитам, принятых на предприятиях решений и других факторов имеют различный набор операций и оборудования. Так, например, при измельчении и подготовке сучьев целесообразны операции по отделению зелени, очистки от коры и минеральных включений. При измельчении таких отходов могут применяться рубительные машины барабанного и дискового типов, молотковые дробилки, комбинированное оборудование, сочетающее различные элементарные способы измельчения. Такие способы могут, например, сочетать прокатку, удар, размол; прокатку, резание, размол; резание, прокатку, расщепление и т.д. Во всех случаях необходимо так вести процесс, чтобы получить качественный материал при возможно меньших затратах.

3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЛИТ

Отходы деревообработки и лесозаготовок могут быть полноценным сырьём при условии правильной организации технологического процесса их переработки. Технологическими инструкциями по производству древесностружечных плит предусмотрено использование следующих отходов: стружки-отходов от деревообрабатывающих станков, опилок от лесопиления и деревообработки, отходов производства древесностружечных плит (стружка, опилки, дроблёнка от форматной обрезки и раскроя древесностружечных плит, некондиционный ковёр и др.), мелкий отсев и др. Кроме того, в производстве ДСтП применяется щепа, изготовленная из тонкомерных деревьев и сучьев, кусковых отходов лесопиления и деревообработки, отходов при производстве шпона и т.д. На использование этих отходов установлено ограничение, например, щепа технологическая из тонкомерных деревьев и сучьев может использоваться в производстве ДСтП в количестве не более 20 % для наружных слоев и без ограничения для внутреннего слоя, опилки и стружка-отходы до 30 %, отсев технологической щепы до 20 %, дроблёнка из отходов форматной обрезки ДСтП до 5 %, щепа из шпона-рванины из неокорённого сырья до 15 %, из окорённого сырья до 30 % и т.д.

В производстве ДВП применение отходов более ограничено, особенно сыпучих отходов. Это связано не только с качеством плит, но и с особенностями производства ДВП, например, с необходимостью создания надёжной пробки при пропарке щепы в дефибраторе.

Кроме указанных отходов в производстве плит используют шлифовальную пыль, обрезки виноградной лозы; стебли хлопчатника, льна, конопля; подсолнечную лузгу, костру и т. д.

Отходы деревообрабатывающих предприятий в значительном объёме могут использоваться для производства плит, так как такие отходы в основном отвечают требованиям к сырью для производства тех или иных видов плит. Кроме того, такие отходы экономически доступны, так как зачастую крупные мебельные, фанерные, домостроительные и другие деревообрабатывающие предприятия имеют в своём составе цехи древесных плит.

При использовании отходов зачастую возникают проблемы с их сбором, транспортировкой, подготовкой и использованием в производстве плит. Так, например, на предприятиях Московской области накапливаются кусковые и сыпучие древесные отходы, в том числе в виде сучьев, вершин, пней, хвороста. Если при использовании кусковых отходов деревообработки нет особых проблем, так как они могут быть переработаны в технологическую щепу и затем в плитные материалы, то при переработке таких отходов как пни, сучья, сыпучие отходы, отходы окорки требуются зачастую специальные подходы.

Во ВНИИДРЕВЕ проведены исследования по измельчению пней и корневой древесины различными способами и использованию полученных частиц для производства плит.

При измельчении частей или небольших пней от торфоразработок на рубительной машине ДУ-2 происходило пробуксовывание подающих валцов и забивание пазов ножевого барабана. Полученная щепа содержала большое количество крупных кусков и имела разнообразные форму и размеры.

При измельчении такого же сырья на рубительной машине МРГ-40 загрузка производилась вручную. После измельчения 12 пней ножи рубительной машины затупились. Полученная щепа имела те же особенности что и щепа от рубительной машины ДУ-2.

В связи с разветвлённой структурой и неправильной формой пней при их измельчении в рубительных машинах невозможно обеспечить определённую ориентацию ножей по отношению к древесным волокнам. По этой причине резание происходит под различными углами по направлению к волокнам. Если же образование новой поверхности происходит в основном вдоль волокон древесины, то образуются крупные куски длиной 200 – 300 мм и толщиной 20 – 30 мм. При этом содержание крупной некондиционной фракции ~ 70 составляет 54-61 %, а содержание мелкой фракции 5/0 – 5-7 %.

Результаты проведённых экспериментов показали, что измельчать пни в рубительных машинах без разделки не представляется возможным из-за больших габаритов пней и наличия корней. Если пни или части пней проходят в рубительную машину, то крупную фракцию щепы необходимо отделять на сортировке и измельчать.

Исследовали также возможность получения стружки из кусков пней на стружечных станках с ножевым валом модели ДС-6 и из щепы из пней на центробежном стружечном станке ДС-7. Анализ полученной стружки показал, что волокна в стружке расположены под различными углами к поверхностям пластей, что не позволяет рационально использовать прочностные свойства древесины в конструкции плиты.

Для обеспечения высокой прочности плит пни необходимо разделять на частицы вдоль волокон. Однако, разнообразная форма пней и корней, а также их разветвлённая структура затрудняют ориентацию волокон по отношению к режущим органам. Поэтому исследовали применение безножевых способов для измельчения пней.

Одним из таких способов является способ ударного сжатия. Он основан на сжатии древесины между двумя поверхностями ударной нагрузкой. Под влиянием ударной сжимающей нагрузки древесина деформируется и, когда внутренние напряжения в ней превысят силы сцепления волокон, разрушается.

Способ измельчения пней ударным сжатием исследовали с использованием промышленного кузнечного молота МБ-412.

При плотности 600 кг/м^3 и содержании связующего 10 % плиты имели предел прочности при статическом изгибе 18-25 МПа, при растяжении перпендикулярно пласти 0,35-0,55 МПа, разбухание по толщине 12-15 %.

Сделан вывод, что высокое качество плит и отсутствие режущих и размалывающих инструментов определяет целесообразность измельчения пней и корневой древесины этим способом.

Опытно-промышленная партия ДСП с использованием пней и корневой древесины выпущена на МЭЗ ДСП и Д.

Пни с корнями заготавливали в Крестецком опытном леспромхозе ЦНИИМЭ с использованием валочно-пакетирующей машины ЛП-19, оснащённой корнеперерезающим устройством.

Характеристика пней и корневой древесины:

порода – сосна;

длина комлевой части – 0,2 – 0,6 м;

размах корней – 1,0 – 1,8 м.

Длинные боковые корни обрезались электропилой. Часть пней толщиной более 400 мм раскалывали на древокольном станке КЦ-7М при этом стержневой корень был отпилен, скорость цепи составляла 0,55 м/мин, а угол заострения клина – 25° . После разделки сырьё измельчали в щепу на барабанной рубительной машине "Клёкнер" 400/800 x 1200 Н-13. Скорость подачи сырья в рубительную машину – 40 м/мин; угол заточки ножей – 32° ; диаметр ножевого вала – 1600 мм; частота вращения вала – 390 мин⁻¹. Полученная щепа направлялась на сортировку, где разделялась на крупную, среднюю (кондиционную) и мелкую фракции. Крупная фракция направлялась на доизмельчение в рубительную машину, а средняя и мелкая фракции в бункера щепы станков ДС-7. После сортировки и доизмельчения щепы содержание крупной фракции сократилось с 54 % до 2 %, а содержание кондиционной фракции увеличилось с 40 % до 91 %. ДСП из пней и корневой древесины изготавливали по технологическому процессу и режимам, сложившимся в цехе ДСП МЭЗДСПИД. Содержание пней и корневой древесины по отношению к сырью составляло 50 %.

ДСП из пней и корневой древесины имели следующие физико-механические свойства: плотность – $794,6 \text{ кг/м}^3$; предел прочности при статическом изгибе – 175,5 МПа; предел прочности при растяжении перпендикулярно пласти плиты – 5,84 МПа; разбухание по толщине 19,3 %.

Значительным ресурсом сырья для производства древесных плит является проэкстрагированная щепа.

Проэкстрагированная щепа является отходами по производству дубильных и других экстрактивных веществ.

Анализ выполненных исследований позволяет заключить, что проэкстрагированная щепа может быть использована для производства древесностружечных плит.

Во ВНИДРЕВЕ проведены исследования по измельчению древесного сырья без его гидротермической обработки размолом в мельницах различных конструкций, ударом, прокаткой, расщеплением и различными комбинациями этих способов.

Результаты проведенных работ показали эффективность безножевых способов. При использовании таких способов разрушение всегда проходит вдоль волокон по наиболее слабым структурным элементам древесины, с образованием волокнистых частиц, что рационально как с энергетической, так и с технологической стороны.

Эффект от реализации способов получения волокнистых частиц определяется повышением качества плит, уменьшением материальных, трудовых и энергетических затрат.

Аналогом плит из расщепленной древесины можно считать плиты из крупноразмерной стружки.

OSB – плиты, изготовленные из длинной (до 300 мм) древесной стружки. Такие плиты могут изготавливаться трехслойными. Наружные слои ориентируются вдоль направления движения ковра, а внутренний слой поперек ковра.

Получаемые при этом плиты имеют высокую прочность на изгиб в продольном направлении и заменяют фанеру и массивную древесину. При изготовлении плит применяется водостойкий клей. Поставщиком оборудования для линий является фирма «Зимпелькамп». В качестве сырья используются круглые лесоматериалы. Окорка сырья обязательна, так как кора уменьшает прочность, увеличивает набухание и ухудшает внешний вид.

Предлагаемые для производства плиты из расщепленной древесины по своим прочностным показателям (даже из неокоренных сучьев и ветвей) не уступают плитам OSB.

Преимуществом производства плит из расщепленной древесины по сравнению с OSB является возможность использования отходов лесозаготовок и деревообработки (сучьев, ветвей, вершин, обрезков, горбылей и т.д.). При этом сучья и ветви могут быть неокоренными. При необходимости окорка, а также очистка от зелени могут быть осуществлены в процессе измельчения.

При подготовке волокнистых частиц древесина разрушается селективно вдоль волокон, поэтому волокна всегда располагаются вдоль частиц. При этом максимально используется натуральная прочность древесины в конструкции плиты.

Следует отметить, что получение волокнистых частиц расщеплением древесины открывает большие возможности создания новых плитных материалов, превосходящих по своим свойствам и экономике производства плиты OSB.

Для производства из отходов плит для строительства и мебели разработана технология, предусматривающая расщепление отходов на волокнистые частицы, сушку и сортировку частиц, формирование и подпрессовку ковра, горячее прессование, обрезку и шлифование плит. При этом в зависимости от размеров волокнистых частиц могут изготавливаться плиты ПВХ из волокнистых частиц и плиты ПКВЧ из крупноразмерных волокнистых частиц.

Наибольший интерес представляет производство плит ПКВЧ. Такие плиты, изготовленные из отходов, не уступают по прочности плитам из крупноразмерной стружки, изготовленной из стволовой древесины.

В качестве сырья для производства ПКВЧ используются следующие виды сырья:

древесное сырье, отвечающее требованиям ОСТ 13-234-87 «Дровяная древесина для технологических нужд. Технические условия»;

сучья, ветви, рейки, карандаши, горбыль, отвечающие требованиям ТУ 13- 539-85 «Отходы древесные. Технические условия».

Влажность сырья должна быть не менее 60 %.

Для приготовления связующего применяются карбамидоформальдегидные, фенолоформальдегидные или другие виды смол, хлористый аммоний, калий углекислый технический, парафины нефтяные, акцепторы формальдегида и другие вещества, обеспечивающие получение плит класса Е-1 или Супер Е с необходимыми физико-механическими показателями.

Схема производства плит из крупноразмерных волокнистых частиц представлена на рис. 13.

Древесное сырье 1 в виде круглых лесоматериалов или кусковых отходов измельчается на специальном оборудовании 2 (рис.14) для получения крупноразмерных волокнистых частиц.

Оборудование состоит из валковой дробилки для предварительного расщепления древесины и устройства для разделения предварительно расщепленной древесины на частицы. При получении КВЧ длиной до 100 мм для разделения предварительно раздавленной древесины рекомендуется применение молотковой зубчато-ситовой дробилки-мельницы, а для получения КВЧ длиной более 100 мм – зубчатый разделитель.

При этом подача на нож или на ряд молотков должна быть равна максимальной длине получаемых частиц.

Получаемые КВЧ ленточным конвейером 3 направляются в бункер-накопитель 4 горизонтального типа. Бункер 4 выполняет роль буфера, а также осуществляет равномерную подачу КВЧ в сушилку 6.

Для сушки КВЧ могут применяться однопоточные или трехпоточные барабанные сушилки. Для сушки частиц длиной до 100 мм можно использовать трехпоточные сушилки. Для сушки частиц длиной от 100 мм и выше лучше применять однопоточные сушилки, так как они имеют больший объем. Возможно также использование сушилок другого принципа действия.

В качестве агента сушки используются топочные газы, получаемые от сжигания мазута или природного газа совместно со шлифовальной пылью. Влажность высушенных древесных частиц должна быть в пределах 2-3 %.

Сушилки должны быть оборудованы системой обнаружения и тушения искр. После сушилки 6 КВЧ вентилятором 7 через циклон 8 направляются конвейером 9 на ситовую сортировку 11. В ситовых сортировках 11 КВЧ разделяются на три фракции.

При изготовлении плит для строительства древесные частицы, не прошедшие через верхнее сито, направляются в бункер 12 наружных слоев. Древесные частицы, прошедшие через верхнее сито, направляются в бункер внутреннего слоя. Частицы, прошедшие через мелкое сито, направляются в бункер пыли. Излишний материал наружного слоя направляется в бункер стружки внутреннего слоя и наоборот.

При получении плит для мебельного производства рекомендуется направлять крупную фракцию на внутренний слой, а мелкую – на наружные слои.

В зависимости от потребностей в стружке различных слоев, а также от требований к получаемым древесным частицам возможна замена установленных сит на сита с другими размерами ячеек.

Из бункеров 12 и 13 КВЧ поступают в смесители. Связующее приготавливают путем смешивания смолы, отвердителя, различных добавок и воды. Для наружных слоев возможно приготовление и использование связующего без отвердителя.

В качестве отвердителя для фенолоформальдегидной смолы используется 50 % раствор углекислого калия. В качестве отвердителя карбаминоформальдегидной смолы используется 20 % водный раствор хлористого аммония. В качестве гидрофобной добавки применяется расплав парафина. В качестве добавок, снижающих токсичность, применяется водный раствор акцептора формальдегида по ТУ ОП 13-0273643-94-93. Приготовление, дозирование и подача связующего ведется раздельно по слоям.

Смешивание древесных частиц со связующим и добавками осуществляется раздельно для наружных и внутреннего слоев в тихоходных смесителях 14,15. Тихоходные смесители должны быть объемными, обеспечить длительный цикл смешивания КВЧ со связующим и достаточную производительность. При этом обеспечивается равномерное покрытие частиц со связующим без существенного измельчения КВЧ.

Клей необходимой концентрации распыляется через форсунки на проходящие через смеситель частицы.

Расплав парафина наносится на КВЧ путем распыления его подогретыми форсунками.

Дозирование древесных частиц в смеситель осуществляется объемным или весовым методом.

Формирование стружечного ковра производится формирующими машинами 16,17. Формирование ковра в зависимости от требований к плитам может быть с ориентированием КВЧ и без их ориентирования. При получении ПКВЧ в основном для строительства рекомендуется ориентировать КВЧ. При этом две

машины 16 формируют и ориентируют наружные слои вдоль длины ковра, одна 17 насыпает внутренний слой и ориентирует стружку поперек ковра.

Для обеспечения равномерной загрузки бункеров формирующих машин необходима установка разравнивающих устройств.

Для расположения КВЧ в нужном направлении применяются ориентационные устройства дискового или вальцового типа.

В направлении движения конвейера рекомендуется ориентировать КВЧ с помощью дисковых устройств, а в поперечном направлении – с помощью вальцовых.

Бесконечный ковер настиляется на ленту и разрезается на пакеты, синхронно перемещающейся с конвейером пилой 18. Выпиливаемая при делении часть ковра направляется в формирующую машину внутреннего слоя 17.

Сформированные пакеты при необходимости могут подпрессовываться. Подпрессовка осуществляется в одноэтажном холодном прессе или прессе непрерывного действия 19. Подпрессовка позволяет повысить транспортную прочность пакетов, а также уменьшить их толщину, что обеспечивает сокращение расстояния между плитами горячего пресса.

Подпрессованные пакеты подаются в загрузочную этажерку, затем в пресс.

Прессование ПКВЧ осуществляется в горячем многоэтажном прессе 20, оснащенном симультанным механизмом. Заданная толщина плит обеспечивает применение дистанционных прокладок.

Отпрессованные плиты по конвейеру 21 направляются на обрезку на обрезной станок 22. Плиты обрезаются сначала в продольном, а затем в поперечном направлениях. При необходимости плиты раскраиваются по формату.

Обрезанные и раскроенные плиты пакетокладчиком 23 собираются в пакеты высотой до 1 м и поступают на рольганг, с которого вилочным погрузчиком перевозятся в отделение выдержки плит 24. В отделении выдержки плит из пакетов формируют штабель высотой до четырех метров и выдерживают в течение 2-х суток. После выдержки плиты направляются на подъемный стол 25 линии шлифования 26.

Шлифование для плит из КВЧ не всегда необходимо. Шлифовка производится только для плит, идущих на производство мебели, для полов и других специальных целей. При необходимости плиты шлифуются на широколенточных шлифовальных станках. В качестве шлифовального инструмента применяются бесконечные шлифовальные ленты.

Шлифованные плиты направляются на линию сортировки 27. Качество и шероховатость поверхности определяются визуально оператором линии или контролером. На каждую плиту должна быть нанесена маркировка, включающая наименование предприятия-изготовителя, условное обозначение плит в пачке, дату изготовления и номер смены, штамп отдела технического контроля. Плиты укладываются в пачки и направляются на склад.

На складе плиты должны храниться в сухих закрытых помещениях.

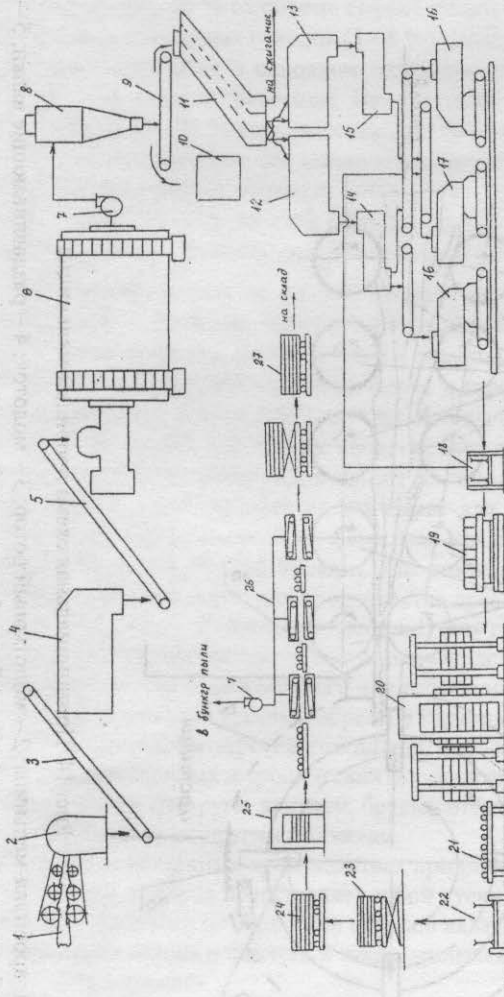


Рис.13. Технологическая схема производства ПКВЧ.

1 - древесное сырье; 2 - оборудование для получения КВЧ; 3, 5, 9 - ленточный конвейер; 4 - бункер сырья КВЧ; 6 - сушилка; 7 - вентилятор; 8 - циклон; 10 - бункер противопожарный; 11 - ситовая сортировка; 12 - бункер сухих КВЧ наружных слоев; 13 - бункер сухих КВЧ внутреннего слоя; 14 - смеситель наружных слоев; 15 - смеситель внутреннего слоя; 16 - формирующая машина для наружных слоев; 17 - формирующая машина для внутреннего слоя; 18 - пила для поперечной распиловки ковра; 19 - подпрессовщик; 20 - пресс горячего прессования; 21 - роликовый конвейер; 22 - форматно-обрезной станок; 23 - пакетокладчик; 24 - выдержка плит; 25 - подъемный стол; 26 - линия шлифования; 27 - линия сортировки плит

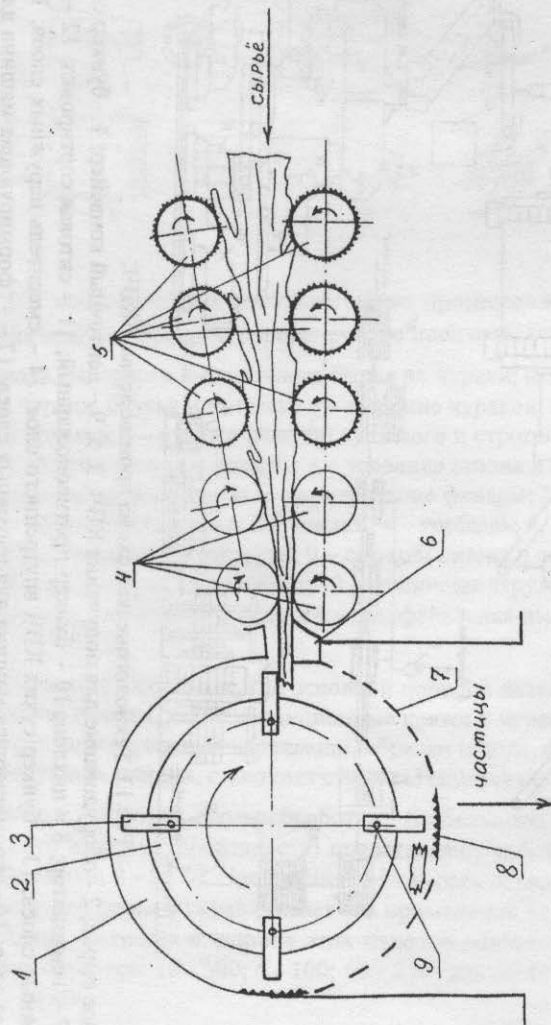


Рис. 14. Принципиальная схема дробилки-мельницы:

1 — молотковая дробилка-мельница; 2 — молотковый роотор; 3 — молоток; 4 — раздавливающие валки; 5 — подающие валки; 6 — контрнож; 7 — ситовый вкладыш; 8 — зубчатый вкладыш; 9 — ось молотков

Использование мягких отходов в производстве древесностружечных плит позволяет снизить себестоимость 1 м^3 плит, уменьшить удельные капитальные вложения, увеличить производительность (за счет сокращения цикла прессования), повысить надежность работы линий по производству плит (за счет упрощения технологической схемы).

В ЧССР на заводе стройдеталей построен цех промышленного производства мягких плит из коры. Сырье - отходы окорки баланса (первоначально использовалась одубина - отходы экстрактного производства) - доставляется автомобильным транспортом на расстояние 50 км в приемный узел, откуда ленточным конвейером подается в склад. В этом же помещении установлена дисковая корорубка. Используется еловая кора. Общий объем отходов окорки в ЧССР составлял 1 млн. м^3 из них примерно 80 % хвойных влажностью 50 %. Сырье содержит до 15 % древесины.

После измельчения (размер фракций 10-12 мм) ленточный конвейер подает сырье через промежуточные бункера в дефибратор основного цеха. В массу, полученную после размола сырья на волокна в специальном смесителе, добавляют 1-2 % парафиновой эмульсии и воду до влажности массы 72 %. Затем в формирующей машине из массы формируют ковер толщиной 65 мм, который подпрессовывают в прессе непрерывного действия и одновременно подсушивают до влажности 35 %. Полученные плиты обрезают на размер 1200x600 мм и загружают в шестиэтажную сушилку (используется реконструированная роликовая сушилка для фанеры) непрерывного действия. Продолжительность сушки 8-10 ч. Температура на входе в сушилку 300 °С, на выходе 100 °С. Влажность плит после сушки 8-10 %, плотность 380 $\text{кг}/\text{м}^3$, предел прочности при изгибе 0,8 Мпа.

В этом же цехе имеется отделение для изготовления стеновых панелей толщиной 300 и 600 мм, длиной 2600-3800 мм. Конструкция панели: несущие бруски, заполненные изоляционной плитой из коры и с обеих сторон облицованные ДВП. Наружные слои можно облицовывать шпоном, бумагой и т.п. Кроме того, мягкие плиты укладывают под полы в качестве теплоизолирующего слоя. Производительность цеха 600 тыс. м^3 плит в год при трехсменной работе.

Кора, измельченная до определенной фракции, в сочетании с вяжущими (жидкое стекло, битум, цемент, гипс) используется в производстве королита (типа арболита) фибролита, пробко-битумных плит, изоляционных мастик и т.п.

В ЦНИИМОДе разработана технология изготовления цементного королита. Заполнителем королита служат высоковлажные измельченные отходы окорки древесины хвойных пород, доставленной сплавом, обработанные минерализатором (хлористым кальцием). В качестве вяжущего рекомендуется применять портланд-цемент М 400-500; 350-420. При плотности 750-800 $\text{кг}/\text{м}^3$ предел прочности королита на сжатие достигает 2,5-3,5 МПа. Королит - огнестойкий и морозостойкий материал.

В России и за рубежом проведены исследования по использованию отходов окорки в производстве плит ДСП.

В Польше прессовали однослойные плиты из отходов окорки на карбамидоформальдегидном связующем. Использовали сосновую кору влажностью 140 % от окорочных станков «Камбио» (Финляндия), смесь сосновой и березовой коры влажностью 220 %, смесь коры от окорочных станков «Камбио» и коры в соотношении 2:3. Плиты прессовали с добавлением 10 % карбамидо-формальдегидного связующего в течение 12 мин при температуре 150 °С и давлении 1,5 МПа. Влажность плит 11,5-13,5 %, плотность 650-660 кг/м³, предел прочности при изгибе 4,9-5,2 МПа, при растяжении перпендикулярно пласти плиты -0,27-0,35 МПа, водопоглощение за 24 ч 24-56 %, разбухание по толщине за 24 ч 4,3-8,0 %. Плиты имели небольшое разбухание и достаточную прочность при растяжении, но низкую прочность при статическом изгибе.

В Чехословакии прессовали трехслойные плиты с использованием отходов окорки в качестве наполнителя среднего слоя. Для наружных слоев применяли специально нарезанные стружки из тополевых и буковых карандашей (отходов фанерного производства). Содержание связующего в наружных слоях 12 %, во внутреннем - 6 - 8 %. Плиты толщиной 19 мм прессовали при температуре 448°K и давлении 3 МПа в течение 5,5 мин. Плотность полученных плит 620 кг/м³, предел прочности при изгибе 17 МПа, при растяжении перпендикулярно пласти плиты - 0,3 МПа, набухание по толщине за 24 ч - 22 %. Из результатов исследований следует, что при использовании отходов окорки для внутреннего слоя можно получить плиты с достаточно высокими физико-механическими показателями.

Интерес представляют плиты из смеси коры и опилок-отходов лесопильного производства, которые в этом случае используются в комплексе. В Финляндии прессовали однослойные плиты плотностью 650 кг/м³ из смеси коры и опилок, взятых в разных соотношениях, с добавлением 18 % аминопластового связующего. В табл. 13 приведены физико-механические показатели этих плит.

Таблица 13

Свойства плит с использованием коры

Соотношение компонентов, % (опилки : кора)	Предел прочности, МПа		Разбухание по толщине за 24 ч, %
	При изгибе	При растяжении перпендикулярно пласти	
100 -	10,1	1,19	7,2
75 : 25	8,2	0,61	12,1
50 : 50	6,8	0,51	13,2
25 : 75	6,3	0,39	14,8
- 100	4,6	0,25	15,2

В 1960-1961 гг. Приозерский целлюлозный завод и Кондопожский ЦБК начали использовать кору при изготовлении мягких древесноволокнистых плит (масса содержала до 50 % коры).

Анализ исследований, проведенных в Оттаве (Канада), показал, что добавление коры дугласовой пихты и западной сосны в ДВП увеличивает их прочность и водостойкость. В работах зарубежных специалистов отмечается, что в сырье для ДВП допускается не более 40–50 % коры, а некоторые исследователи утверждают, что присутствие коры в щепе для ДВП, наоборот, улучшает свойства плит за счет наличия в коре экстрактивных веществ, которые сокращают или даже исключают введение связующих. Кора хвойных пород, содержащаяся в древесной массе для ДВП, не влияет на физико-механические свойства плит, а только ухудшает их цвет.

Разработан способ производства мягких ДВП из коры тополя и древесины хвойных пород. Для изготовления мягких плит в кору добавляют до 30 % дренажного материала (опилок, отходов древесных волокон, ксилита и т. п.). В Швеции и Финляндии в ДВП добавляют до 15–25 % коры.

В Свердловском ЦНИИПдреве проведены исследования по использованию еловой коры в производстве древесных пластиков без добавления связующих. Еловая кора, поставленная сухопутным транспортом, измельченная до частиц размером 1–2 мм, обладает значительной пластичностью. При давлении пресования до 5 МПа из нее был получен материал с пределом прочности при изгибе 25 МПа и набуханием за 24 ч 15 %. При предварительной водной парке коры предел прочности пластика при изгибе составляет 35 МПа, а набухание за 24 ч – 5 %.

В ЦНИИМОДе исследована возможность использования одубины (отхода, получаемого при экстрактом извлечении таннидов из еловой коры) для изготовления однослойных мягких плит с добавлением сульфитной барды (отхода производства целлюлозы по сульфитному методу). Для повышения водостойкости и огнестойкости в плиты добавляли 60 %-ую серную кислоту и антипирены (сульфат аммония и диаммонийфосфат). Физико-механические свойства мягких плит из одубины приведены ниже.

	Фракция коры, мм	
	15/2	10/2
Плотность, кг/м ³	400	400
Предел прочности при изгибе, МПа	0,78	0,52
Водопоглощение за 24 ч, %	110	93
Объемное разбухание за 24 ч, %	30	26
Коэффициент теплопроводности, Вт / (м·К)	0,0723	0,0747

В ГДР проводили исследования по прессованию однослойных и трехслойных плит из смеси коры и опилок плотностью 650 - 700 кг/м³. К опилкам сосновой древесины, полученным при рамном пилении, добавляли отходы окорки от станка УК -16. Кору влажностью 50 -60 % без предварительной обработки измельчали в молотковой мельнице без ситовых вкладышей. На основании результатов исследований разработано два варианта изготовления плит.

Для производства однослойных плит из смеси коры и опилок от лесопильных рам рекомендуется массовое соотношение коры и опилок 1:1, кора фракции 5/1, связующего - 8 %. Плиты, изготовленные по этому варианту, имели прочность при изгибе 8,1 МПа, при растяжении перпендикулярно пласти плиты - 0,39 МПа, разбухание по толщине после выдержки в воде в течение 24 ч - 23 %.

В ФРГ при изготовлении трехслойных ДСП, гидрофобизированных парафином, стружки для внутреннего слоя, получаемые из неокоренной древесины, содержали до 22 % коры. Соотношение наружных и внутреннего слоев составляло 3:7, содержание карбамидной смолы в наружных слоях 10,2 %, во внутреннем - 7,5 %. Плиты имели плотность 550 кг/м³, предел прочности при изгибе 25 МПа, при растяжении перпендикулярно пласти 0,4 МПа, водопоглощение за 24 ч - 63 %, разбухание по толщине за 24 ч - 9 %.

Плиты из еловой коры имеют лучшую прочность на изгиб и растяжение, чем плиты из сосновой коры, однако водопоглощение и разбухание у плит из еловой коры выше, чем у плит из сосновой и буковой коры. Плиты из буковой коры имеют низкую прочность на изгиб и высокую прочность на растяжение перпендикулярно пласти.

ЦНИИМОДом совместно с ВНИИдревом проведены эксперименты по производству древесноволокнистых плит из коры по типу «Рау-Те» (путем склеивания двух половинок-заготовок). Для наружных слоев использовали волокна, полученные из осинового дровяной древесины на дисковой мельнице МД-13 без гидротермической обработки древесины. При этом получают короткие волокна со степенью помола 200 - 400 ед. по прибору ВНИИдрев, которые можно обрабатывать на оборудовании цехов ДСП с минимальными изменениями его конструкции.

Наполнитель среднего слоя (отходы окорки сплавной еловой древесины) готовили по режимам разработанным ЦНИИМОДом. Кору измельчали на вертикальной молотковой мельнице типа МК конструкции ЦНИИМОД-ВНПОбумпром, просеивали для отбора рабочей фракции с размером частиц 7/2 и сушили до влажности 4-5 %. Ковер формировали следующим образом: на нижний слой из осмоленных волокон настилали слой из осмоленных отходов окорки. Ковер прессовали при давлении 3 МПа, температуре плит пресса 453 °К и времени выдержки 0,5 мин/мм. Плиты калибровали по толщине со стороны слоя из отходов окорки, на обе поверхности наносили связующее (0,15 кг/м²) и половинки склеивали между собой в горячем прессе при удельном давлении прессования 1 МПа, температуре 443 °К и времени выдержки 5 мин.

В результате исследований установлено, что древесноволокнистые плиты из коры, содержащие в наружных и внутренних слоях 10 % карбамидоформальдегидного связующего, при расходе волокон $2,2 \text{ кг/м}^2$, температуре прессования 453 К, удельном давлении 3 МПа, времени выдержки 0,5 мин/мм и влажности волокон 5 % имеют плотность 730 кг/м^3 , предел прочности при изгибе 20 МПа, при растяжении перпендикулярно пласти плиты – 0,35 МПа, разбухание по толщине за 24 ч – 10 %. Эти плиты имеют высокую прочность при изгибе за счет наружных слоев из волокон. Предел прочности при растяжении перпендикулярно пласти определяется прочностью сцепления частиц в среднем слое плит.

Главное направление использования древесной пыли как вторичного сырья – производство древесностружечных плит с мелкоструктурной поверхностью, которая пригодна для облицовывания синтетическими материалами.

Древесностружечные плиты с наружными слоями из пыли могут быть получены в производстве как трехслойными, так и пятислойными.

Исследования показали, что наиболее важными технологическими факторами, определяющими качество древесностружечных плит с наружными слоями из пыли, являются плотность плит, вид пыли, толщина слоев из нее, содержание связующего в пыли, ее влажность перед прессованием, а также зернистость шлифовальной шкурки, употребляемой для шлифования плит.

С увеличением толщины наружных слоев из пыли физико-механические свойства древесностружечных плит ухудшаются. При толщине таких слоев 1,5 мм предел прочности плит при статическом изгибе на 15-20 % ниже, чем плит, изготовленных только из стружки. Это объясняется тем, что общая поверхность, а также поверхность торцов частиц пыли в единице объема значительно больше, чем стружки.

Существенное влияние на свойства древесностружечных плит оказывает также вид пыли в наружных слоях. Шероховатость поверхности и прочностные показатели у плит с наружными слоями из шлифовальной пыли меньше, чем у плит с наружными слоями из пыли от специальной стружки. Это вызвано различиями, отмеченными ранее во фракционном составе и других свойствах исследуемых видов пыли. Если пыль от специальной стружки содержит около 40 – 45 % тонких частиц, имеющих пластинчатую и игольчатую форму (фракция 1/0,5), то шлифовальная пыль таких частиц содержит только 6 – 10 %. В то же время самых тонких и мелких частиц (фракция 0,25/0) в пыли от специальной стружки содержится лишь 15 – 25 %, а в шлифовальной пыли – 55 – 65 %. Кроме того, в шлифовальной пыли содержится до 15 % отвержденной смолы и некоторое количество абразивного материала.

По сравнению с обычными трехслойными плитами из стружки плиты с наружными слоями из пыли отличаются более высоким качеством поверхности, повышенной твердостью и водостойкостью, а также отсутствием на поверхности включений коры размером более 1 мм.

Одним из недостатков опилок как сырья для производства древесно-стружечных плит считается большое содержание в них коры. Однако при пропуске через сито с размером отверстий 5x5 мм значительная часть коры (около 75 – 90 %) удаляется.

В этом отношении станочная стружка имеет значительное преимущество перед опилками, так как она лишена примесей коры, и плиты, полученные из станочной стружки, отличаются приятным, однородным желтоватым оттенком.

Главной причиной высоких значений σ_{\perp} у плит из стружки и опилок является особый характер расположения волокон древесных частиц по отношению к плоскости древесной плиты [5]. Если у плит из специальной стружки волокна направлены главным образом вдоль плоскости плиты, то в плитах из станочной стружки и опилок волокна древесных частиц располагаются в различных направлениях, в том числе и перпендикулярно плоскости плиты. Так как сопротивление древесины растяжению вдоль волокон значительно выше, чем перпендикулярно волокнам, то σ_{\perp} в плитах, изготовленных из станочной стружки и опилок, должен быть выше, чем у плит из специальной стружки.

Особым характером ориентации волокон в плитах, изготовленных с применением станочной стружки и опилок, объясняется меньшее разбухание этих плит по толщине по сравнению с плитами из специальной стружки.

Таким образом, однослойные плиты из станочной стружки уступают плитам из специальной стружки, предназначенной для внутреннего слоя трехслойных плит, только в прочности при статическом изгибе приблизительно на 5 – 20 % в зависимости от вида станочной стружки. В то же время по таким важнейшим свойствам, как прочность при растяжении перпендикулярно пласти плиты, водопоглощение, разбухание, плиты из станочной стружки не только не уступают плитам из специальной стружки, но даже превосходят их.

Одной из отрицательных характеристик станочной стружки, на которую указывает ряд исследователей при сравнительной оценке ее со специальной стружкой, является наличие у нее большой доли торцовых поверхностей, должно привести к повышению водопоглощения и разбухания плит. В производстве стружечных плит связующее применяется, как правило, в виде водного раствора смолы. Торцовые поверхности древесины обладают в 60 – 70 раз большей водопроницаемостью, чем тангентальные и радиальные. Поэтому при использовании древесных частиц с большей долей торцовых поверхностей при определенных условиях часть связующего может проникнуть в глубь древесины, что приведет к снижению физико-механических показателей плит.

Литература

1. Веселов А.А. Использование древесных отходов фанерного и спичечного производства. – М.: Лесн. пром-сть, 1987. – 160 с.
2. Веселов А.А. Использование древесной пыли как вторичного сырья и топлива: Плиты и фанера. Обзор. информ. – М.: ВНИПИЭИлеспром, 1984. Вып. 1 – 56 с.
3. Использование отходов лесозаготовок / Л.И. Качелкин, Н.П. Рушнов, Г.М. Михайлов и др. – М.: Лесн. пром-сть, 1965. – 323 с.
4. Использование отходов в производстве древесностружечных плит / А.А. Хатилович, М.Н. Волчанова, В.П. Воробьев и др. Плиты и фанера. Обзор. информ. – М.: ВНИПИЭИлеспром, 1988. – Вып. 4. – 46 с.
5. Корчаго И.Г. Древесностружечные плиты из мягких отходов. – М.: Лесн. пром-сть, 1971. – 104 с.
6. Пучков Б.В. Производство древесных плит из отходов / Деревообработка в России. – 1998. - № 1. – С. 7 – 8.
7. Справочное пособие по деревообработке / В.В. Кислый, П.П. Щеглов, Ю.И. Братенков и др. – Екатеринбург: Издание "БРИЗ", 1995. – 558 с.
8. Цивин М.М., Попова К.А. Использование древесной коры: Механическая обработка древесины. Обзор. информ. – М.: ВНИПИЭИлеспром, 1980. – Вып. 10. – 40 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение -----	3
1. Древесные отходы и их характеристика-----	3
2. Особенности подготовки и измельчения древесных отходов для производства плит-----	18
3. Использование отходов для производства плит-----	40
Литература-----	55