

**МИНОБНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Институт лесопромышленного бизнеса
и дорожного строительства**

**Кафедра инновационных технологий
и оборудования деревообработки**

И.Т. Глебов

УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА

**ИЗГОТОВЛЕНИЕ СТРУЖЕК
В ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ**

Учебное пособие

Методические указания к практическим занятиям
для студентов всех форм обучения
направления 350302 «Технология лесозаготовительных
и деревоперерабатывающих производств»
по профилю «Технология деревообработки»

Екатеринбург 2016

УДК 674.05

Рецензенты:

Ветошкин Ю.И. – канд. техн. наук, профессор кафедры механической обработки древесины Уральского государственного лесотехнического университета,

Новоселов В.Г. – канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой инновационных технологий и оборудования деревообработки Уральского государственного лесотехнического университета

Глебов И.Т.

Изготовление стружек в производстве древесных плит: Учебное пособие. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2016. – 42 с.

Приведены древесные плиты, получившие спрос на российском рынке: древесно-стружечные, плиты с ориентированной стружкой, цементно-стружечные плиты, древесноволокнистые, в том числе плиты древесноволокнистые средней плотности МДФ, описана история возникновения плит. Указаны размеры стружек, из которых делаются плиты. Приведено оборудование для получения таких стружек.

Ил. 25. Библиогр.: 7 назв.

УДК 674.05

© И.Т. Глебов, 2016

©

Введение

Россия является самой богатой лесной державой, запасы древесины которой составляют 82 млрд. м³. В среднем, это в 4 раза больше, чем в США, в 40 раз больше, чем в Швеции, и в 16 раз больше, чем в Финляндии [1].

Одним из основных потребителей деловой древесины является лесопильное производство. Отходы от лесопильного производства и изготовления шпал вместе с корой составляют 83,6 млн. м³, от деревообрабатывающей промышленности – 20 млн. м³ и от фанерно-спичечного производства – 2,8 млн. м³ в год. Количество отходов в лесозаготовительной промышленности от всего объема вырубаемого леса составляет 117 млн. м³ и дров 90 млн. м³.

Использование древесных отходов – актуальная задача. Одним из основных производств, способных перерабатывать низкосортную древесину в качестве технологического сырья считается производство древесно-стружечных плит. Это производство отличается высокой эффективностью. Так, 1 м³ древесностружечных плит эквивалентен 2,4 м³ пиломатериала или 3,8 м³ деловой древесины.

На современном рынке появились потребности в новых древесных материалах, таких как плитах с ориентированной стружкой (ОСП – «Oriented strand board»), цементно-стружечных плитах (ЦСП, в том числе арболите, фибролите), древесноволокнистых плитах (ДВП), плитах древесноволокнистых средней плотности (МДФ – «Medium density fiberboard»). Сейчас быстро строятся современные заводы для производства этих типов плит.

Производство древесных плит всегда предполагает изготовление стружки. Для разных типов плит используется разная стружка, отличающаяся формой и размерами.

1. История производства древесных плит

Древесно-стружечные плиты. Считается, что создателем древесно-стружечной плиты является Эрнст Хаббард, который в 1887 году впервые догадался добавить в древесные опилки казеиновый клей и получил неизвестный ранее древесный материал. В 1918 году немецкие изобретатели предложили выполнить плиту из опилок и стружек, смешанных с клеем, облицованную шпоном. В 1935 году японские изобретатели получили американский патент на способ производства древесно-стружечной плиты из стружки длиной 75 мм, а в 1936 году американцы запатентовали конструкцию линии по производству плит.

Первый завод по производству древесно-стружечных плит (ДСтП) был построен в 1941 году в г. Бремен (Германия). В то же время компаниями «Фарли» и «Лотшер» были запущены два аналогичных завода.

Разработка проектов по использованию измельченной древесины в производстве плитных материалов и других изделий в России проводилась в ЦНИИМОД, начиная с 1930 г. Выполнялись проекты изготовления плоских прессованных дверей, табуретов, окрашенных белой эмалью, плитных материалов. Общий вид современной ДСтП приведен на рис. 1.



Рис. 1. Древесно-стружечные плиты

Изобретение плит с ориентированной стружкой. В начале 50-х годов XX века в производстве древесных плит обострилось противоречие, выражающееся в следующем:

- строительная индустрия, развивающаяся быстрыми темпами, требовала больших объемов древесных плитных материалов, в основном фанеры, которая считалась относительно дорогим материалом;
- выпускаемые древесно-стружечные плиты были дешевле фанеры, но они не удовлетворяли строителей по прочности.

Так возникла проблема повышения технических показателей ДСтП с ориентированием на показатели фанеры.

В 1954 году доктор Джеймс д'Арси Кларк (США) предложил сделать древесно-стружечную плиту из стружек длинных, широких и тонких, максимально используя прочность древесных волокон осины. Древесины осины в лесах было много, и она считалась дешевым сырьем.

Для реализации предложения были подготовлены стружки шириной 50 мм, длиной до 70 мм и толщиной 0,7...0,8 мм. Стружки были высушены, на них нанесено связующее, сформирован брикет и запрессован с режимом, применяемым для ДСтП.

Так в середине 50-х годов XX века появились новые плиты, названные **вафельными**. Результаты испытаний показали, что вафельные плиты намного прочнее, чем древесностружечные, и их можно использовать в строительстве.

Позже вафельные плиты вышли на рынок под торговой маркой «АспенитТМ» (от англ. aspen – осина). Они имели хорошие прочностные и эксплуатационные характеристики и более низкую, чем у фанеры, стоимость. Плиты «АспенитТМ» добились значительного успеха и всеобщего признания на рынке.

Техническая мысль на этом не остановилась. Творческие люди продолжали выявлять новые технические противоречия и генерировали новые идеи разрешения противоречий. Технический прогресс не останавливался. Даже, если исследователи по некоторым причинам прекращали поиск идей, находились другие, и творческий прогресс продолжался.

В середине 70-х годов XX века родилась новая идея: вафельную плиту сделать многослойной, и стружку в слоях ориентировать как шпон в фанере. При этом стружку сделать более длинной и узкой. При реализации идеи с использованием стружек длиной 150 мм и шириной 25 мм была получена новая древесно-стружечная плита, названная «Oriented strand board» (OSB), т.е. «Плита с ориентированной стружкой» (ОСП).

Первая OSB-плита была произведена в Альберте (Канада) на заводе «Эдисон OSB». Испытания плиты показали, что в результате усовершенствования технологии физико-механические характеристики нового материала сравнялись с характеристиками хвойной фанеры. Это позволило повысить конкурентоспособность плит на рынке.

С 1982 года идеальными геометрическими размерами стружки для производства ОСП принято считать следующие: длина 75...150 мм, ширина 15 мм, толщина 0,6...0,8 мм. Внешний вид плиты показан на рис. 2.



Рис. 2. Плита с ориентированными стружками

Цементно-стружечные плиты. Идея изготовления цементно-стружечного материала возникла в тридцатые годы двадцатого века в США, а затем компании «Durisol» (Швейцария) и «Bizon» (Германия) реализовали проект на практике. На сегодняшний день производство строительных материалов из древесины и цемента получило распространение по всему миру. К ним относят арболит, фибролит (рис. 3), стружкобетон, опилкобетон, цементно-стружечные плиты (рис. 4).

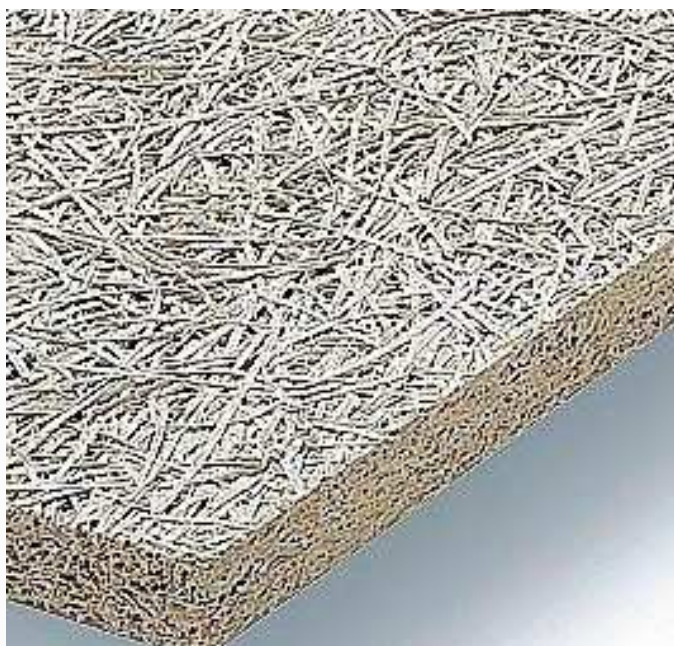


Рис. 3. Плита фибролитовая



Рис. 4. Плиты цементно-стружечные

В конце восьмидесятых годов был построен Лодейнопольский завод цементно-стружечных плит (город Лодейное Поле Ленинградской области), оснащенный оборудованием немецкой фирмы «*Bizon*».

В 2007 г. завод модернизирован и выпускает высококачественные плиты. Сейчас ООО «ЦСП-СВИРЬ», крупнейший завод – производитель цементно-стружечных плит (ЦСП) толщиной от 8 до 24 мм и размером 1200×3200 мм на Северо-Западе Российской Федерации.

Кроме того, ЦСП выпускаются на Костромском заводе ЦСП, ЗАО «ТАМАК» (Тамбов), ООО «Стропан» (Омск), Сокольском ДОКе (Вологодская область), ООО «Сибжилстрой» (Тюмень), Стерлитамакском заводе ЦСП (Стерлитамак).

Цементно-стружечные материалы состоят на 58% из цемента и 30% измельченных древесных частиц, остальное (сульфат алюминия – 1,5 %, жидкое стекло – 1,5 % и вода – 9%) – химические добавки, обеспечивающие взаимодействие цемента и древесины в строительном материале. Древесная стружка включается как наполнитель.

Плиты древесноволокнистые. Начало изготовления ДВП в России относится к 1912 г., когда, по данным французского журнала «Vois et scieries» от 20 февраля 1958 г., российский инженер Кузнецов сделал первые плиты, более прочные и гибкие чем древесина. Они имели размер 1420 × 2220 мм. Через 20 лет другой русский инженер Кокурин развил и усовершенствовал способ Кузнецова, и разработал новый дефибратор для подготовки древесного сырья.

Впервые режущий инструмент в виде абразивного камня был изобретен Келлером (Германия 1843 г.). Режущий инструмент был назван дефибратором («*de*» – означает разделение, «*fibra*» – волокна). В 1852 г. фирма Фойт изготовила промышленный образец дефибратора.

Первый завод для производства древесноволокнистых плит был построен в Англии в 1898 г.

Первая древесноволокнистая плита в США была получена в 1924 году Уильямом Мейсоном. Изучая возможность использования мягких отходов, Мейсон построил пушку («пушка Мейсона»), в виде стальной трубы, заваренной с одной стороны и снабженной съемной крышкой с другой. Внутри трубы загружались древесные опилки и заливались водой. Пушка закрывалась крышкой и нагревалась газовой горелкой. Когда в результате нагрева давление в трубе нарастало, крышка открывалась и содержимое ствола пушки выбрасывалось в бункер. При взрыве опилки распадались на волокна. Из волокон был собран ковер, при прессовании которого в горячем прессе была получена однородная, достаточно жесткая древесноволокнистая плита.

Производство древесноволокнистых плит в крупных масштабах началось впервые в США в 1926 г.

В 1929 г. налажено производство волокнистых плит в Швеции, а затем и в Норвегии и Финляндии. В 1931 году шведский инженер Арне Асплунд изобрел способ получения древесной массы из щепы путем ее пропаривания и последующего истирания абразивными дисками.

Промышленный выпуск древесноволокнистых плит в СССР был организован в 1936 г. на Новобелицком (Белоруссия) лесохимическом заводе, где был пущен цех мощностью 1,6 млн. м². Кроме того, в Москве в 1937 г. был пущен завод, мощностью в 3,2 млн. м² твёрдых и изоляционных плит. В настоящее время наблюдается интенсивное развитие производства ДВП (рис. 5).

Известно, что 1 тыс. м² твёрдых древесноволокнистых плит может заменить 14...16 м³ пиломатериалов.

В 2015 г. объем выпуска всех типов ДВП в России составил 492234 тыс. м². Основной объем (более 60%) приходится на плиты сухого способа производства.



Рис. 5. Плиты древесноволокнистые

Плиты МДФ. МДФ – это древесноволокнистая плита сухого способа производства плотностью 700...870 кг/м³. Русская транскрипция *МДФ* получена от английского названия плит «Medium Density Fiberboard», что означает «среднеплотная волокнистая плита» с аббревиатурой *MDF*.

Впервые такие плиты были сделаны в США в 1966 году. Тогда технология базировалась на «мокроем способе производства». В начале семидесятых годов в Швеции был создан современный «сухой» способ производства *МДФ*.

В России выпуск плит *МДФ* (рис. 6) начат с 1997 года. Первая линия по производству древесноволокнистой плиты была запущена в поселке Шексна Вологодской области, а затем налажено производство в г. Балабаново Калужской области. Общая мощность этих предприятий на тот момент составляла 80 тыс. м³ в год. В 2002 году российские предприятия выпускали уже 281 тыс. м³ плит в год, и объемы производства постоянно растут. При этом в стране нет государственного стандарта на производство плит *МДФ* и отечественные производители руководствуются в работе своими техническими условиями (ТУ), либо стандартами европейских производителей.



Рис. 6. Плиты МДФ

Сейчас крупными производителями плит МДФ в России являются ЗАО «Плитспичпром», ОАО «Лесплитинвест», ЗАО «Русский ламинат», ООО «Кроностар», ООО «Шекснинский КДП».

2. Щепа

2.1. Характеристика технологической щепы

Для производства ДСтП используется технологическая щепа марки ПС по ГОСТ 15815-83 с длиной волокон 10...60 мм и толщиной не более 30 мм. Щепа может быть получена из древесины любых хвойных, любых лиственных пород, допускается также щепа из смешанных хвойных и лиственных пород древесины [2, 3]. Качество щепы оценивается следующими показателями:

- массовая доля коры, не более 15,0 %;
- массовая доля гнили, не более 5,0 %;
- массовая доля минеральных примесей, не более 0,5 %;
- массовая доля остатков на ситах с отверстиями стороной ячейки:
 - 30 мм, не более 5,0 %;
 - 20, 10 и 5 мм, не более 85 %;
 - на поддоне, не более 10 %.

Качество кромок и угол среза щепы не учитывается.

2.2. Рубительные машины

2.2.1. Дисковые рубительные машины

Рубительные машины предназначены для рубки круглых и колотых лесоматериалов, отходов лесозаготовок, лесопиления, фанерного производства и деревообработки в технологическую щепу [4].

Машины бывают дисковые и барабанные, передвижные и стационарные, с загрузочным патроном горизонтальным, наклонным или комбинированным, удаление щепы происходит вверх, вниз или примерно в направлении подачи.

В производстве ДСтП наибольшее распространение получили дисковые рубительные машины. Механизм главного движения станка выполнен в виде диска с ножами, посаженного на горизонтальном валу, соединенного с приводом (рис. 7). Вал соединен с электродвигателем муфтой, корпус которой одновременно служит и тормозным шкивом.

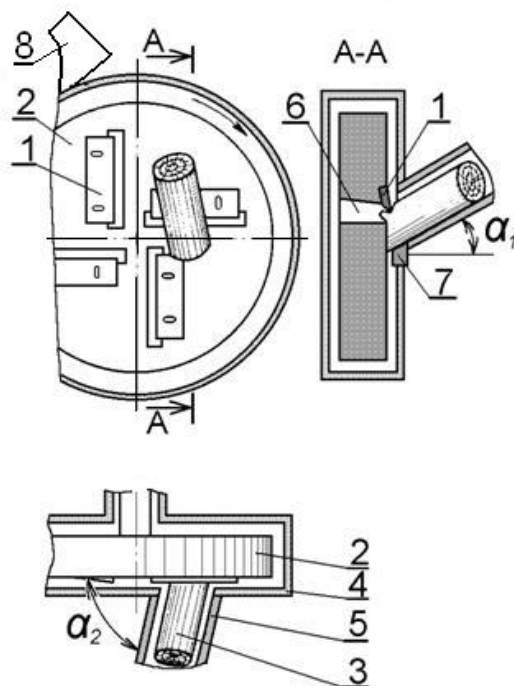


Рис. 7. Схема дисковой рубительной машины:

- 1 – нож; 2 – диск; 3 – лесоматериал; 4 – корпус; 5 – патрон загрузочный; 6 – окно диска для выхода щепы; 7 – контр-нож; 8 – патрубок для удаления щепы вверх

Диаметр ножевого диска в зависимости от производительности машины и сечения измельчаемых лесоматериалов составляет $D_0 = 1000 \dots 3000$ мм, угловая скорость его $\omega = 16 \dots 52$ с⁻¹, количество ножей на диске $z = 8 \dots 16$ штук, угол их заточки $\beta = 30 \dots 45^\circ$.

Для подачи материала к механизму резания в корпусе станины имеется загрузочный патрон горизонтальный с подачей лесоматериала транспортером, или наклонный сверху вниз, в котором лесоматериал перемещается под действием сил гравитации. Загрузочный патрон располагается справа или слева от вертикальной оси диска. По-

лученная щепка удаляется из станка вверх под действием воздушного потока или вниз на транспортер.

Станки с наклонным питающим патроном применяют для переработки коротких лесоматериалов, горбылей, рейки и других отходов длиной до 3,5 м ($\alpha_1 = 45^\circ$, $\alpha_2 = 45 \dots 75^\circ$).

Станки с горизонтальным питающим патроном применяют для переработки длинномерных круглых лесоматериалов длиной более 1,5 м с подачей их горизонтальным транспортером ($\alpha_1 = 0^\circ$, $\alpha_2 = 35 \dots 40^\circ$). Применение таких машин упрощает загрузку в них длинномерного сырья, исключает удары сырья о диск. Однако затрудняется переработка короткомерных отрезков сырья (длиной менее 1 м). Кроме того, требуется строгая согласованность скоростей загрузки машины и подающего транспортера.

Машины с наклонным загрузочным патроном имеют в марке символ «Н», с горизонтальным патроном «Г», правое расположение патрона «П» (левое расположение не указывается).

Отечественная промышленность выпускает машины следующих моделей: дисковые – МРГ-40Н, МРГ-40, МРГ-20Н, МРНП-30, МРНП-30Н, МРН-100 (табл. 1). Цифра в марке машины указывает на ее производительность в $\text{м}^3/\text{ч}$ в пересчете щепы на плотную массу древесины.

Например, машина МРГ-20Н имеет левое расположение горизонтального загрузочного патрона и нижний выброс щепы, а машина марки МРГП-20 выполнена с правым расположением патрона и верхним выбросом щепы. Рубительная машина МРНП-30Н выполнена с наклонным правым патроном и нижним выбросом щепы. Машины МРН-100 и МРН-50 имеют наклонную подачу материала, большое проходное окно загрузочного патрона и обеспечивают большую производительность рубки щепы.

Общий вид рубительной машины МР2-20 показан на рис. 8.



Рис. 8. Рубительная машина MP2-20

Таблица 1

Технические характеристики рубительных машин

	MP3-40H	MP3-50H	MP2-20	MPГ-20Б-1
Производительность, пл. м ³ /ч	40	50	20	20...25
Длина щепы, мм	15...25	15-25	15...25	17...22
Размеры поперечного сечения загрузочного патрона, мм	430 × 550	430 × 550	250×400	220×220
Размеры перерабатываемого сырья, мм:				
диаметр	50...315	50...315	50...220	200
макс. размеры горбыля	100 × 420	100 × 420	90 × 350	50 × 400
Длина материала, мм	700...6000	700...6000	700...6000	6000
Приводной электродвигатель:				
мощность, кВт	132	160	75	75
частота вращения, мин ⁻¹	600	600	600	750
Масса машины, кг	8710	8930	6060	6200
Габаритные размеры машины, мм	-	-	-	2520×1720 × 1490

2.2.2. Барабанные рубительные машины

Иногда для рубки технологической щепы применяют рубительные машины барабанного типа. Они предназначены для измельчения сучьев, вершин, горбылей, реек и др.

Механизм главного движения машины имеет барабан диаметром 600...2400 мм, снабженный 2...8 ножами (рис. 9). Ножевой барабан установлен на горизонтальном валу в корпусе станины литой конструкции на сферических двухрядных шариковых подшипниках. При работе барабан вращается с угловой скоростью 60...120 с⁻¹.

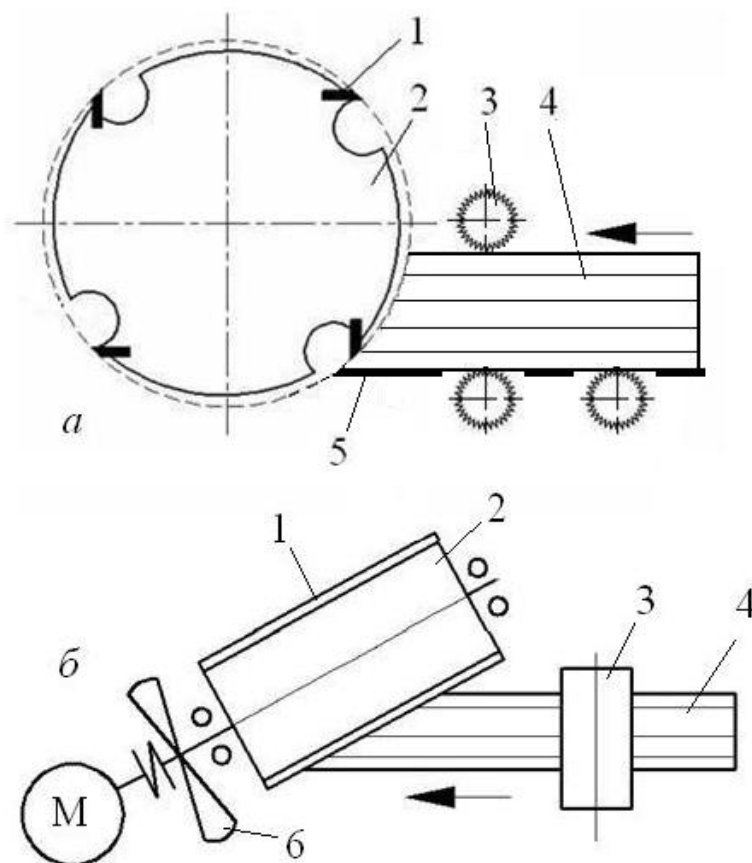


Рис. 9. Схема барабанной рубительной машины с питательным патроном, расположенным к оси вращения барабана:

a – в нормальной плоскости; *б* – в наклонной плоскости:

1 – нож; 2 – корпус барабана; 3 – подающие вальцы; 4 – измельчаемый лесоматериал; 5 – контр-нож; 6 – вентилятор

Загрузочный патрон станка расположен горизонтально или наклонно сверху вниз в вертикальной плоскости под углом к горизонту 45...60°. Надвигание лесоматериала на барабан в горизонтальном патроне осуществляется вальцовым или гусеничным механизмом подачи, изменение скорости подачи которого позволяет регулировать

длину щепы. Движение материала в наклонном патроне происходит под действием сил гравитации. Кроме того, для уменьшения мощности станка загрузочный патрон делают наклонным в горизонтальной плоскости так, чтобы угол его наклона к оси вращения барабана равнялся около 35° .

Барабан может быть массивным с пазами для щепы, которая после срезания падает вниз на транспортер (см. рис. 3а). Барабан может быть полым с прорезями для выхода срезанной щепы. В этом случае щепа высасывается из полости барабана вентилятором (см. рис. 3б).

На предприятиях используются барабанные рубительные машины моделей МРБ-10, МРБ-30, ДУ-2, РРМ-5, БРП-5222, БРП-5223, БРП-5223 (табл. 5), «Майер» (Германия) и др.

3. Стружка для древесно-стружечных плит

3.1. Характеристика стружки

Стружку, используемую для изготовления ДСтП, характеризуют фракционным составом, т.е. делением массы стружки по группам размеров по длине, ширине, толщине с указанием номера фракции. Номер фракции, например 10/7, означает, что ее частицы прошли через сито с размером сторон ячейки сита в свету 10 мм и задержались на сите с размером ячейки 7 мм.

По фракционному составу стружку условно делят на 4 фракции:

- пылевая – толщина 0,01...0,1; ширина 0,01...0,5; длина 0,1...1,0 мм;
- мелкая – толщина 0,10...0,15; ширина 0,3...3,0; длина 1...10 мм;
- средняя – толщина 0,15...0,25; ширина 1...3; длина 10...20 мм;
- крупная – толщина 0,25...0,50; ширина 3...10; длина 20...40 мм.

3.2. Стружечные станки

3.2.1. Станок стружечный ДС-8

Станок ДС-8 предназначен для переработки дровяного сырья в стружку для наружных слоев плит и применяется в цехах по производству древесно-стружечных плит [4]. Возможные размеры получаемых стружек приведены в табл. 2.

Станок (рис. 10) состоит из загрузочного транспортера 1, питателя 2 и ножевого вала 5. Питатель 2 состоит из двух цепных конвейеров, расположенных внутри верхней части станины. Каждый конвейер имеет по четыре ветви трехрядных тяговых цепей, между которыми установлены стальные направляющие для опоры заготовок при передвижении их в полости питателя.

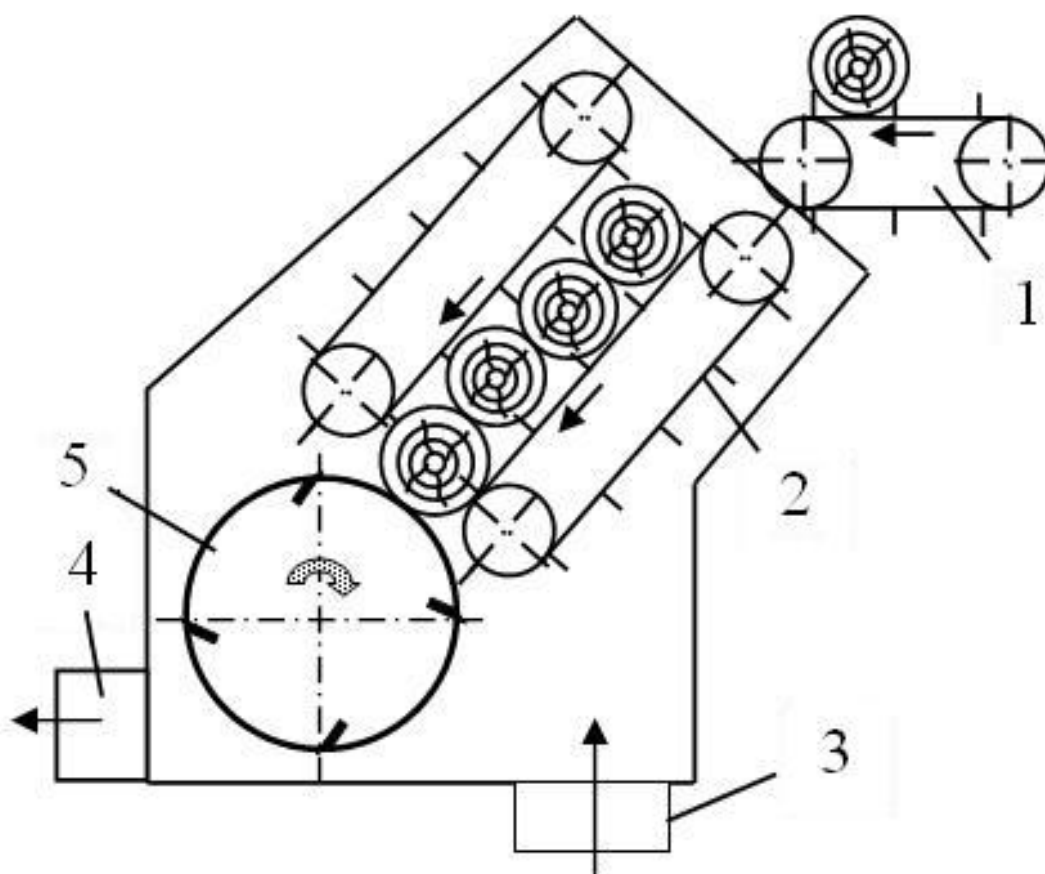


Рис. 10. Схема стружечного станка ДС-8:

1 – загрузочный транспортер; 2 – питатель; 3 – проем для забора воздуха;
4 – полость для удаления стружки воздушным потоком; 5 – ножевой вал

Привод питателя расположен в нижней части станины и состоит из электродвигателя, тиристорного преобразователя частоты электрического тока и редуктора.

Таблица 2

Типы стружек

Форма стружки	Толщина, мм	Ширина, мм	Длина, мм
Плоская	0,15...0,45	До 12	До 40
Игольчатая	0,15...0,45	До 5	До 40
Мелкая	0,01...0,25	До 2	До 5
Волокно древесное технологическое	0,01...0,30	До 1	До 40
Частицы волокнистые	0,01...0,25	До 0,25	До 6
Стружка станочная	0,10...1,45	До 35	До 12
Опилки	0,10...2,05	До 2,3	До 5
Пыль древесная технологическая	0,01...0,50	До 1	До 1
Пыль шлифовальная	0,01...0,10	До 1	До 1

Ножевой вал станка представляет собой стальной цилиндр с пазами для плоских тонких ножей и ножедержателей. Ножи имеют ступенчатую режущую кромку. Расстояние между ступеньками равно длине стружки. Вал установлен на шариковых двухрядных сферических подшипниках. Привод ножевого вала осуществляется от электродвигателя с короткозамкнутым ротором, который вместе с подмоторной плитой установлен на общем фундаменте.

На задней стенке в нижней части станины имеется открытая полость 4 для отвода стружки. В нижней части станины имеется проем 3, соединенный через специальный канал в фундаменте с воздухозаборной трубой, выходящей из цеха.

Техническая характеристика станка ДС-8

Размеры перерабатываемых заготовок, мм:

длина	450...1080
наибольший диаметр	400
Размеры получаемой стружки (длина × толщина), мм	25 × (0,15...0,6)
Размеры ножевого вала (диаметр× длина), мм	565 ×1100
Число пазов в валу	14
Частота вращения ножевого вала, мин ⁻¹	985
Мощность электродвигателя ножевого вала, кВт	200
Производительность, кг/ч	3250 ... 6500
Габариты, мм	3500×3600×3010
Масса, кг	13600

При работе станка ножевой вал осуществляет поперечное срезание стружки и создает воздушный поток, который удаляет стружки через полость 4.

3.2.2. Станок стружечный ДС-7А

Станок предназначен для переработки технологической щепы по ГОСТ 15815-83 в стружку для производства древесно-стружечных плит. Станок (рис. 11) состоит из литого корпуса, в котором соосно смонтированы на подшипниковых опорах быстроходная крыльчатка 1 и тихоходный барабан с ножами 2. Крыльчатка приводится в движение от одного электродвигателя, а ножевой барабан – от другого электродвигателя через редуктор и цепную передачу. Крыльчатка и барабан вращаются в разные стороны.

На корпусе смонтирована также крышка с загрузочной воронкой 3 и открытым окном.

При работе щепа подается в воронку. Мелкие частицы щепы за счет вентиляционного эффекта, создаваемого вращающейся крыльчаткой, засасывается в рабочую полость станка. Крупные частицы и посторонние тяжелые включения, имеющие большую массу, проваливаются вниз через окно наружу.

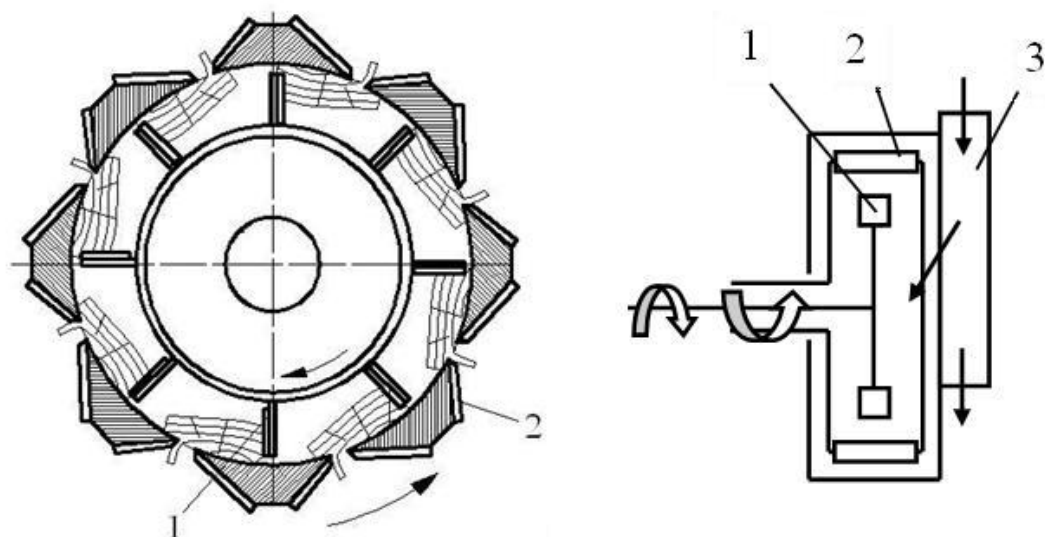


Рис. 11. Схема стружечного станка ДС-7А:

- 1 – крыльчатка быстроходная; 2 – тихоходный барабан с ножами;
3 – загрузочная воронка

Щепа, попавшая на лопасти крыльчатки, отбрасывается центробежными силами на внутреннюю поверхность барабана. Ножи барабана при этом срезают тонкие стружки, которые проходят через зазоры между ножами и попадают в разгрузочное отверстие корпуса.

Барабан выполнен износостойким. В нем предусмотрен пакетный способ сборки и выставки ножей, что снижает трудоемкость замены ножей.

3.2.3. Дробилки и мельницы

Общие положения. Стружка, получаемая на стружечных станках, часто имеет значительную ширину и требует дополнительного измельчения. Для получения мелкой стружки, используемой для наружных слоев древесно-стружечных плит, применяются дробилки и мельницы. Стружка в дробилках и мельницах дробится, измельчается по ширине методом дробления, а не резания. Размер стружки по ширине при дроблении определяется формой ячеек ситовых вкладышей, окружной скоростью дробильного органа и величиной зазора между дробильным органом и ситом.

Древесные частицы, полученные при измельчении древесины на дробилках и молотковых мельницах, называют дробленкой.

Молотковые дробилки. Для измельчения стружки по длине и ширине часто используют молотковые дробилки, работающие по принципу ударного механизма. Отечественная промышленность выпускает молотковые дробилки модели ДМ-7 (рис. 12). Дробилка оборудована ротором 1, собранным из 14 дисков, на которых шарнирно на осях установлено 150 пластин-молотков 2. Ротор может вращаться с частотой 850 мин^{-1} . В корпусе 3 дробилки смонтировано сито 4 цилиндрической формы. Ячейки сита имеют прямоугольную форму с размерами сторон $10 \times 25 \text{ мм}$ или $12 \times 30 \text{ мм}$, соответствующими размерам стружки. Ячейки расположены в шахматном порядке.

Поступающие через загрузочное отверстие стружки молотками ротора отбрасываются к стенке корпуса и сита. При этом вращающиеся молотки ударяют и раскалывают стружки в плоскости волокон. Измельченные частицы проходят через отверстия сита и воздушным потоком, создаваемым вращающимся ротором, выбрасываются из дробилки.

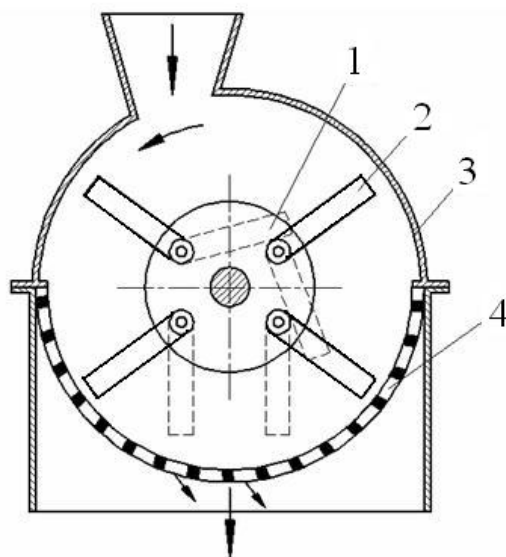


Рис. 12. Схема молотковой дробилки ДМ-7:
1 – ротор; 2 – молотки; 3 – корпус; 4 – сита

Мельница модели ДМ-8А. Мельница предназначена для переработки стружки-отходов в стружку мелкой фракции (микростружку),

используемую для наружных слоев древесно-стружечных плит (рис. 13, табл. 3).

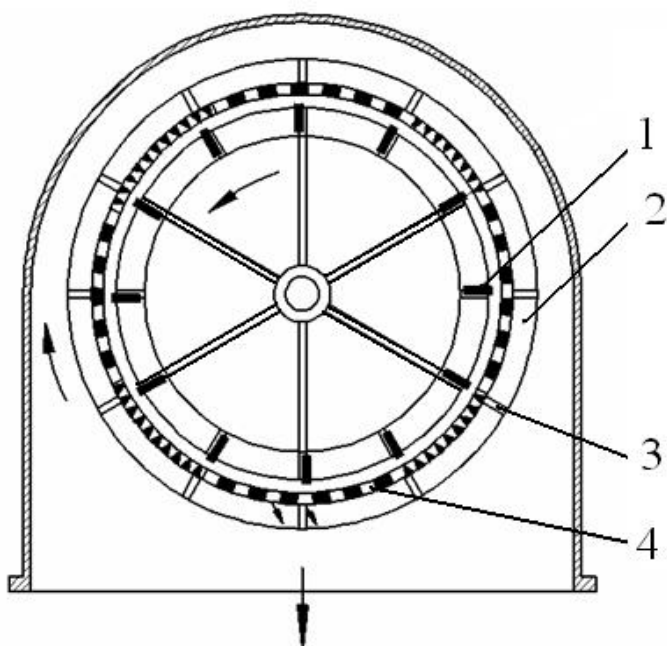


Рис. 13. Зубчато-ситовая мельница ДМ-8:

- 1 – быстроходная крыльчатка; 2 – тихоходный барабан;
3 – вкладыш зубчатый; 4 – вкладыш ситовый

По конструкции и внешнему виду мельница похожа на стружечный станок ДС-7А. Мельница включает быстроходную крыльчатку 1 и тихоходный барабан 2. В барабане установлены зубчатые вкладыши 3 и ситовые вкладыши 4.

Ситовые вкладыши имеют отверстия диаметром 2...6 мм или ячейки с размерами сторон 2×10, 3×15, 4×20 мм и др. Рациональный зазор между зубьями зубчатых вкладышей и лопастями крыльчатки 2...3 мм, высота зубьев вкладышей – 4...5 мм.

Необходимая степень измельчения стружек достигается подбором размера отверстий в ситовых вкладышах, а также профилей и размеров рифлений в зубчатых сегментах барабана.

Стружки попадают в мельницу через загрузочную воронку. Вращающаяся крыльчатка отбрасывает их на ситовые вкладыши. Стружка прижимается к зубчатым сегментам и ситам, а крыльчатка ударяет по ее частицам и измельчает их. Измельченные частицы проходят через отверстия сита и удаляются из мельницы

Таблица 3

Технические характеристики станков для получения стружки

	ДМ-7А	ДМ-8А
Наибольший размер перерабатываемых древесных частиц, мм:		
длина	10 ... 60	10 ... 60
ширина	30	30
Производительность, т/ч	4,5 ... 7	9 ... 16
Частота вращения ротора, мин ⁻¹	1 000	1 000
Габариты, мм	3800×2000×	2600×2000×
	1900	1900
Мощность электродвигателя, кВт	265	265
Масса, кг	10 500	5 700

4. Плиты с ориентированной стружкой

4.1. Общая характеристика стружки

Для производства древесно-стружечных плит ОСП используют стружки длиной 50...175 мм, ширина которых примерно в 3...5 раз меньше длины, а толщина в среднем равна 0,6...0,8 мм. Для получения таких стружек необходимо специальное оборудование [5].

Для получения стружки используется древесное сырье по ТУ 13-0273685-404-89 «Дровяная древесина для технологических нужд».

Породы древесины: осина – 70% от требуемого объема, ель – 20%, сосна – 10%. Диаметр круглых лесоматериалов, 8...60 см, длина лесоматериалов 3,0...6,0 м. Для производства плит ОСП можно использовать древесину от рубок ухода леса.

4.2. Способы получения стружки

Для производства плит с ориентированной стружкой требуется стружка длиной, измеряемой по направлению волокон древесины, более 50 мм и толщиной менее 2 мм (ГОСТ 32567-2013). На современ-

ных предприятиях используется стружка длиной $l = 100 \dots 175$ мм, средней шириной $b = 25$ мм и толщиной $a = 0,5 \dots 0,7$ мм. Стружку получают на станках методом поперечного фрезерования. При этом используются следующие способы.

4.2.1. Фрезерование барабаном с ножами на внешней поверхности

Схема способа показана на рис. 14. Круглые лесоматериалы загружаются в кассету, продвигаются в ней продольно до заданного положения и фиксируются. Для получения постоянной толщины срезаемой стружки на дуге контакта фрезерование должно производиться центральной частью барабана. В связи с этим высота кассеты должна быть $t = 0,7D$, где D – диаметр окружности резания фрезерного барабана, принимают $D = 600$ мм.

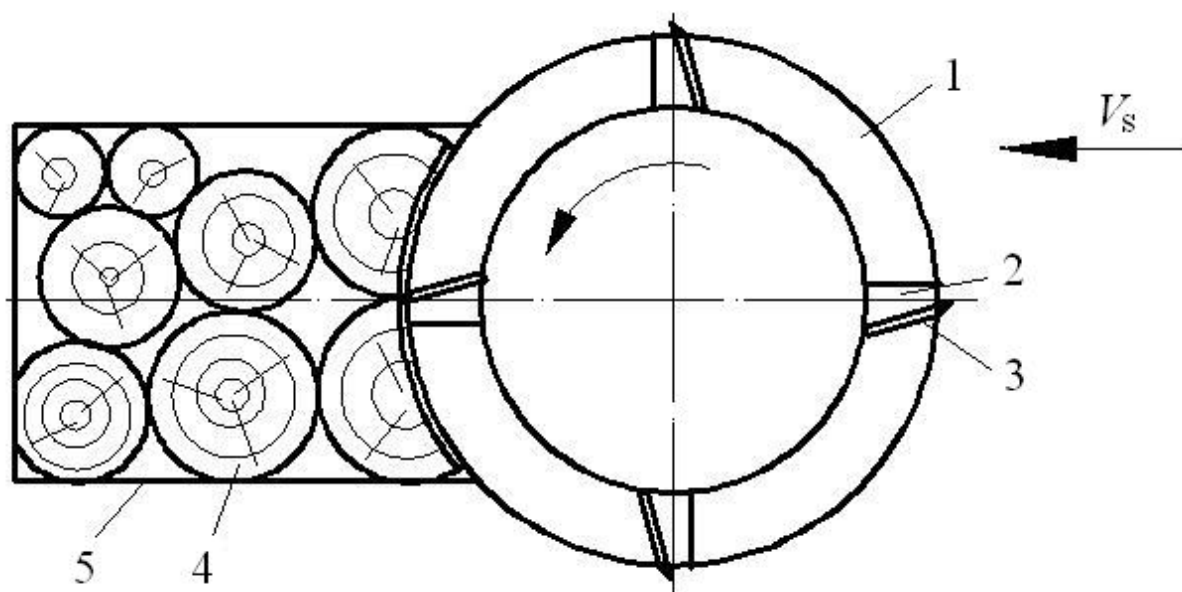


Рис. 14. Схема цилиндрического поперечного фрезерования барабаном с ножами на внешней поверхности:
 1 – корпус барабана; 2 – пазы для входа срезаемой стружки в полость барабана; 3 – нож; 4 – круглые лесоматериалы; 5 – кассета для наполнения и фиксации лесоматериалов

Фрезерный барабан смонтирован на шпинделе, соединенном с электродвигателем ременной передачей. Барабан с приводом установлен на каретке, совершающей возвратно-поступательное перемещение по направляющим с помощью регулируемого гидроцилиндра. Скорость подачи каретки равна, м/мин:

$$V_s = \frac{S_z z n}{1000},$$

где S_z – подача на один зуб, мм;

z – количество ножей, установленных по окружности фрезерного барабана;

n – частота вращения шпинделя.

Из-за большого диаметра фрезерного барабана и неизбежного дисбаланса принимают значение $n=1000\dots1200$ мин⁻¹.

Толщину стружки, равную толщине срезаемого слоя, можно найти по формуле, мм:

$$a = \frac{S_z}{(\varphi_{вых} - \varphi_{вх})} (\cos \varphi_{вх} - \cos \varphi_{вых}),$$

где $\varphi_{вх}$, $\varphi_{вых}$ – углы входа и выхода на дуге контакта фрезы с заготовкой, рад. При $t = 0,7D$ можно принять $\varphi_{вх} = 45^\circ = 0,7854$ рад.; $\varphi_{вых} = 135^\circ = 2,3562$ рад.; $\cos \varphi_{вх} = 0,7071$; $\cos \varphi_{вых} = -0,7071$. Тогда по (33) получим $a = 0,9S_z$. Для получения $a = 0,6$ мм необходимо обеспечить при фрезеровании подачу на зуб $S_z = 0,67$ мм.

Максимальный центральный угол контакта фрезерного барабана с заготовками равен $90^\circ = \pi/2$. Если на барабане будет установлено 4 ножа, то на дуге контакта будет работать один нож. В этом случае сила резания и мощность резания будут минимальны, но производительность станка будет низкая. Если на барабане будет установлено 8 ножей, то на дуге контакта будут работать одновременно два ножа, и мощность резания увеличится в 2 раза. При установке на барабане 24 ножей на дуге контакта будут работать одновременно 6 ножей, производительность станка увеличится.

4.2.2. Фрезерование барабаном с ножами на внутренней поверхности

Схема получения стружки показана на рис. 15. На внутренней поверхности корпуса фрезерного барабана закреплены ножи длиной 600 мм. На режущей кромке ножей сделаны глубокие поперечные пазы шириной 2...4 мм. Расстояние между пазами, равное длине срезаемой стружки, составляет 100...150 мм.

Круглые лесоматериалы загружаются в кассету, продвигаются в зону фрезерования и фиксируются. Фрезерный барабан смонтирован на каретке, которая может совершать возвратно-поступательное движения с помощью гидроцилиндра.

Углы контакта ножей с лесоматериалами и режимы резания принимаются, как и в предыдущем случае.

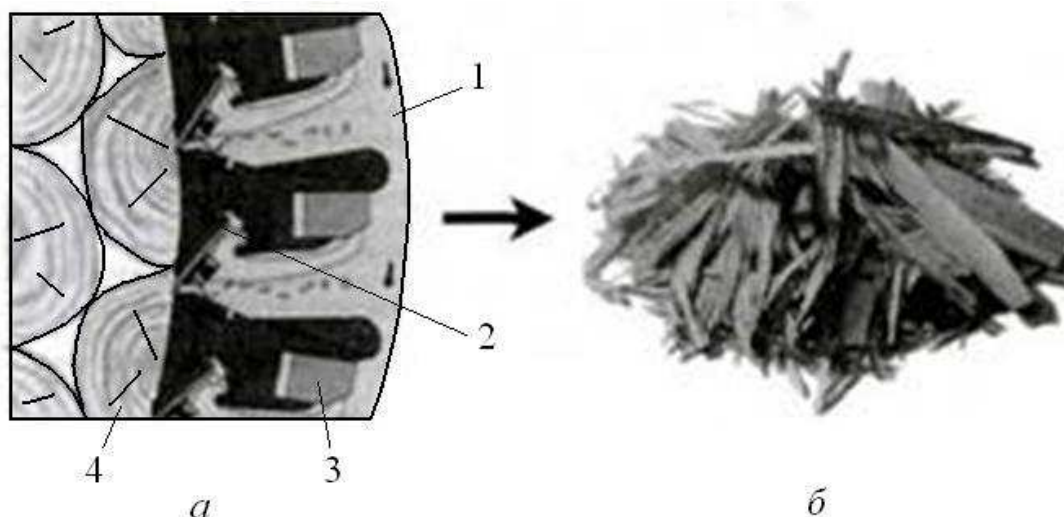


Рис. 15. Срезание стружки при поперечном цилиндрическом фрезеровании древесины:

a – схема фрезерования; *б* – срезанная стружка;

1 – корпус барабана; 2 – фрезерный нож;

3 – окно для удаления стружки; 4 – лесоматериалы

Центробежные силы, действующие на срезаемую стружку, направлены от центра вращения барабана. Они отрывают срезаемую стружку в поперечном направлении. Ширина стружки получается значительно меньше траектории лезвия ножа в круглом лесоматериале.

4.2.3. Фрезерование дисковой фрезой

При работе станка (рис. 16) вертикальная кассета загружается круглыми лесоматериалами, которые нижними торцами опираются на упор. После загрузки лесоматериалы зажимаются в кассете усилием Q . После этого вращающийся фрезерный диск с помощью гидроцилиндра надвигается на лесоматериалы и срезает стружки заданной длины. Толщина стружек настраивается величиной скорости подачи V_s . Толщина стружки будет равна, мм:

$$a = \frac{1000V_s}{zn} .$$

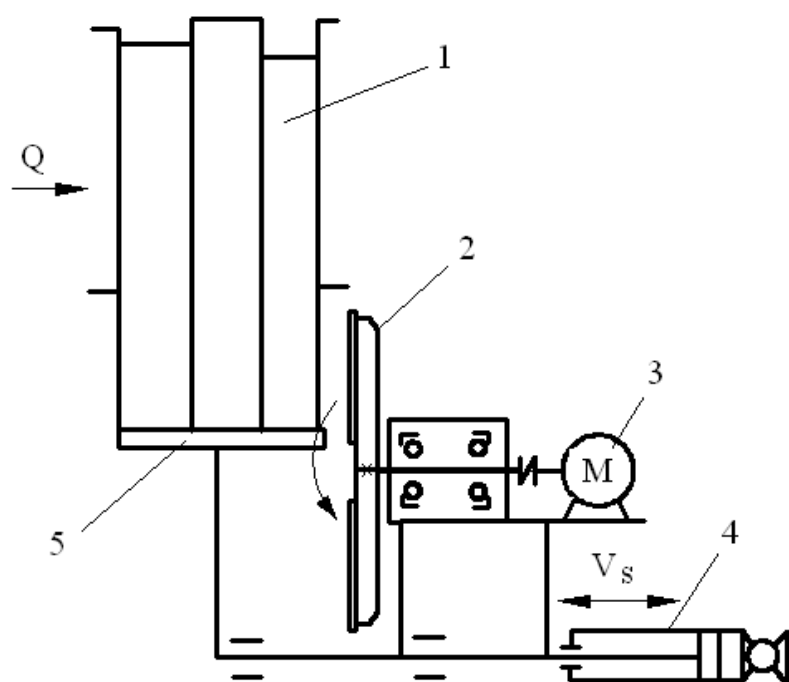


Рис. 16. Схема станка фрезерно-дискового:

- 1 – кассета вертикальная для круглых лесоматериалов;
- 2 – дисковая фреза с ножами; 3 – электродвигатель;
- 4 – гидроцилиндр перемещения суппорта с фрезой и упором; 5 – упор

После завершения рабочего хода суппорт с фрезой возвращается в исходное положение. Прижим кассеты освобождает лесоматериалы, которые падают на упор. Кассета снова зажимает лесоматериалы, и процесс срезания стружек повторяется.

4.2.4. Фрезерование торцовой фрезой

При торцовом поперечном фрезеровании лесоматериалов срезается плоская стружка. Ось вращения шпинделя с фрезой перпендикулярна продольной оси лесоматериала. Края стружки имеют форму дуги окружности резания фрезы (рис. 17). Длина стружки, измеряемая по длине волокон древесины, соответствует радиусу фрезы. При длине стружки $l=150$ мм диаметр фрезы равен $D=300$ мм. Частоту вращения фрезы можно принять $n=3000$ мин⁻¹.

При обработке влажной древесины можно получить стружку шириной, равной радиусу круглого лесоматериала. В начале резания стружка получается узкая, при достижении диаметральной плоскости лесоматериала получается самая широкая стружка и при выходе из лесоматериала – опять самая узкая стружка.

Для повышения производительности станка в механизме резания можно установить группу фрез – 4 и более. При этом при обработке образуются кусковые отходы в виде угловых кусков.

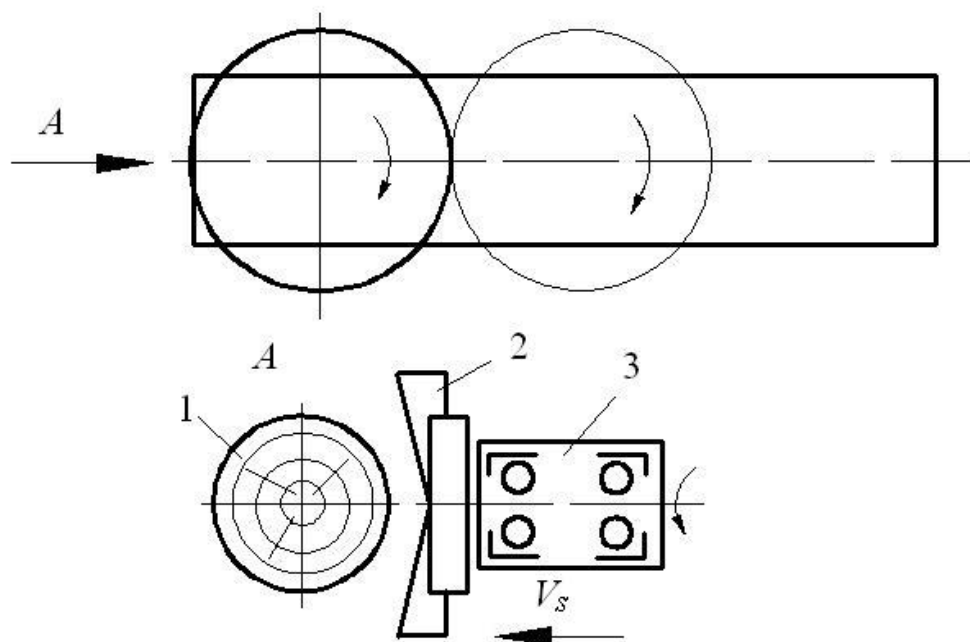


Рис. 17. Схема получения стружки при поперечном торцовом фрезеровании круглых лесоматериалов:

- 1 – лесоматериал; 2 – нож торцовой фрезы;
- 3 – корпус подшипников шпинделя станка

5. Плиты цементно-стружечные

Цементно-стружечные материалы широко применяются в строительстве. К ним относят арболит, фибролит, стружкобетон, опилкобетон, цементно-стружечные плиты [6].

5.1. Стружка для получения фибролитовых плит

Для изготовления фибролитовых плит используется стружка, соответствующая требованиям ГОСТ 5244-79 марки ФС толщиной 0,25...0,5 мм, шириной 2, 4 и 6 мм, изготовленная из хвойных и лиственных пород древесины. Длина стружки – до 500 мм. Влажность – около 22%.

При изготовлении звукоизоляционных фибролитовых плит используют узкую стружку шириной 1...2 мм и более толстую.

Для получения стружки используют чураки длиной 500 мм, которые перерабатываются на древошерстном станке (рис. 18). Торцовые поверхности чураков должны быть параллельны.

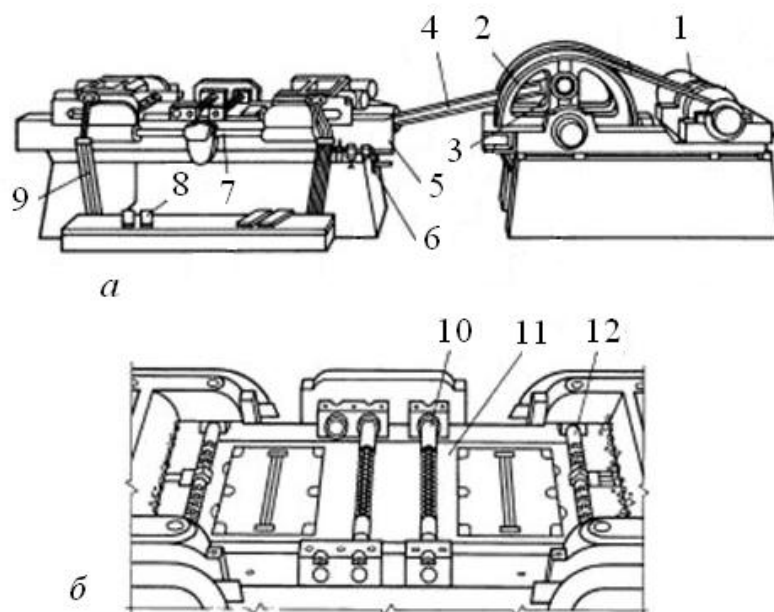


Рис. 18. Схема древошерстного станка:

a – вид спереди; *б* – вид сверху;

1 – электродвигатель механизма главного движения; 2 – маховик;
3 – кривошип; 4 – шатун; 5 – рама станка; 6 – пневматическое устройство; 7 – ползун; 8 – педаль; 9 – воздухопроводы; 10 – рябухи неподвижные; 11 – ножевые доски; 12 – рябухи подвижные с приводом от пневмоцилиндров

На станке можно установить одновременно два чурака диаметром до 340 мм или четыре диаметром до 170 мм. Чураки устанавливаются между неподвижными и подвижными рябухами и зажимаются, подвижными рябухами. Стружка срезается путем строгания чураков строгальными ножами с предварительным надрезанием гребенками обрабатываемой поверхности на глубину срезаемого слоя.

Чураки надвигаются приводными рябухами и прижимаются к ножевым доскам с ножами, которые смонтированы на ползуне кривошипно-шатунного механизма. Режущие кромки ножей выступают над плоскостью ножевой доски на величину срезаемого слоя (толщину стружки). Перед режущей кромкой ножа установлена гребенка с надрезателями обрабатываемой плоскости. За рабочий ход ползуна срезается стружка с одного чурака, за холостой ход – с другого.

Общий вид станка показан на рис. 19.



Рис. 19. Древошерстный станок модели СД-3

Техническая характеристика станка СД-3

Рабочая ширина ножевой плиты, мм	350
Длина хода ножевой плиты, мм	560
Длина чурака, мм	430-500
Толщина срезаемой стружки, мм	0,07-0,5
Частота вращения кривошипа, 1\мин	240
Размеры ножа, мм:	
– длина	370
– ширина	100
– толщина	8
Размеры надрезающей гребенки, мм:	
– длина	370
– ширина	10
– толщина	2
Мощность электродвигателя главного движения, кВт	22
Габаритные размеры станка, мм:	
– длина	5500
– ширина	1650
– высота	1200
Масса станка, кг	3500

6. Плиты древесноволокнистые

6.1. Станки для размола древесины

Древесноволокнистые плиты получают из древесной массы, состоящей из разделенных древесных волокон, получаемых методом размола древесины. Для получения волокнистой древесной массы, используют станки, называемые дефибрерами, дефибраторами и рафинерами [7].

Дефибрер – рабочая машина для получения древесной массы истиранием (в присутствии воды) балансовой древесины поверхностью вращающегося абразивного камня.

Дефибратор – машина для получения древесной массы путём истирания пропаренной, смешанной с водой щепы.

Рафинер – (фран. raffineur - очищать, делать более тонким), рабочая машина непрерывного действия для вторичного размола древесной массы. В рафинере волокнистая масса в виде водной суспензии поступает в зазор между размалывающими дисками, в результате чего обеспечивается более тонкий размол.

6.1.1. Дефибреры

В дефибрерах (рис. 20) измельчается массивная древесина в виде балансов (круглых диаметром 6...40 см или колотых сортиментов толщиной более 3 см и длиной 0,75...1,5 м). Древесная масса производится истиранием балансов абразивной поверхностью камня и называется дефибрерная древесная масса (ДДМ).

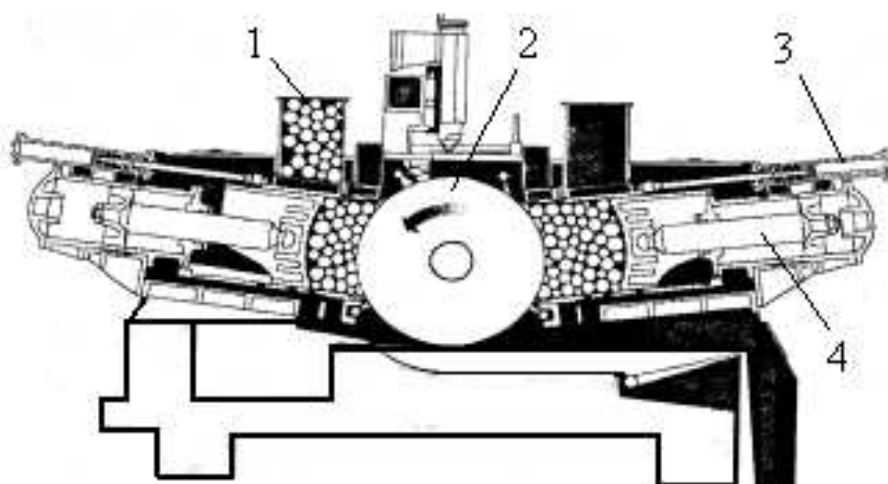


Рис. 20. Дефибрер:

1 – загрузочная камера; 2 – камень 3 – гидроцилиндр перемещения шибера; 4 – гидроцилиндр перемещения прижимного башмака

Дефибрер состоит из камня, насаженного на приводной вал, и двух прессов, расположенных под небольшим углом к горизонтали. Над каждым прессом установлена загрузочная камера с подвижным от гидроцилиндра шибером. После загрузки камеры шибер отводится, и порция балансов падает в пресс, а шибер возвращается в исходное

положение. Балансы к камню в каждом прессе прижимают башмаками, закрепленными на концах штоков гидроцилиндров. Процесс осуществляется в ванне с водой, в которую частично погружается камень.

Дефибрер снабжен системой форсунок для очистки струей воды камня от древесной массы. Уровень массы в ванне регулируют переливным щитом.

Режущим инструментом дефибреров является абразивный камень (рис. 21), насаживаемый на рабочий вал станка.

Дефибрерный камень представляет собой цилиндрический железобетонный каркас, снаружи которого зафиксированы отдельные абразивные сегменты толщиной до 75...125 мм. Наружный диаметр камней 1400...1800 мм, длина – 580...1370 мм, масса – до 10 т. В качестве абразива используется кварцевый песок или электрокорунд, или керамика. Камни выпускаются ЗАО «Завод дефибрерных камней» в г. Екатеринбурге.

Дефибреры отличаются относительно небольшой энерго- и капиталоемкостью.



Рис. 21. Дефибрерный камень

6.1.2. Дефибраторы

Дефибраторы были спроектированы как альтернатива дефибра-рам. Создавались они с целью упрощения конструкции и эксплуатации оборудования, а также обеспечения возможности использования в качестве сырья щепы, которую легко можно подвергнуть тепловой обработке перед размолом. Сейчас дефибраторы отличаются высокой производительностью и гибкостью при регулировании качества древесной массы.

Современный дефибратор представляет собой совокупность камеры пропаривания щепы, транспортных средств и мельницы-рафинера (рис. 22). Известно много конструкций дефибраторов, которые отличаются, главным образом, положением камеры пропаривания.

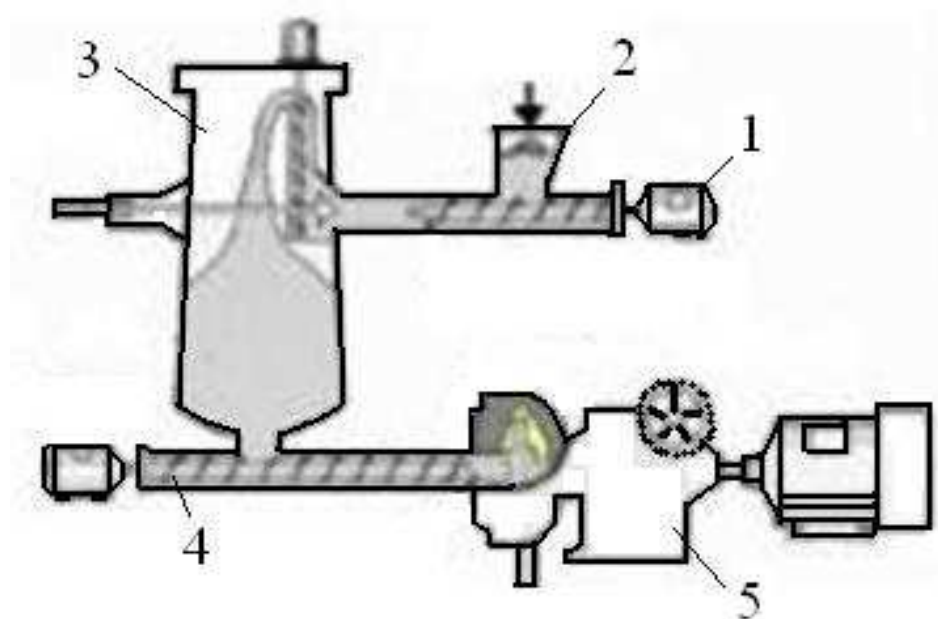


Рис. 22. Схема дефибратора для помола щепы:

- 1 – двигатель шнекового транспортера; 2 – воронка для загрузки щепы;
3 – котел; 4 – шнековый питатель; 5 – рафинер-мельница

Дефибратор работает так. Щепка равномерно подается в воронку 2 и шнековым транспортером загружается в вертикальный пропарочный котел 3, имеющий высоту до 8 м. В котел подается водяной пар с температурой 180 °С и давлением до 1 МПа. Пар прогревает древеси-

ну щепы, разрушает связи между волокнами и удаляет влагу. Пропаренная древесина становится пластичной и легко разделяется на волокна.

В нижней части котла расположены перемешивающие лопасти, соединенные с электродвигателем. Мешалка перемешивает щепу с вводимыми парафиновыми и другими добавками.

Из котла пропаренная щепа шнековым транспортером подается в рафинер-мельницу. В месте присоединения к рафинеру шнек имеет коническую насадку, в которой щепа уплотняется и исключается ее пульсация. Насадка обеспечивает равномерную подачу щепы к дискам и исключает утечку пара.

Пропаренная щепа измельчается размольными дисками и смешивается с парафином.

6.1.3. Рафинер-мельница

Рафинер-мельница включает два металлических диска, один из которых неподвижный, а другой смонтирован на приводном валу с возможностью вращательного движения и настроечного осевого перемещения. Зазор между дисками (0,1 мм и более) регулируется гидроцилиндром (рис. 23).

Рабочая поверхность дисков набрана из сменных металлических сегментов (рис. 24) и имеет сложный рисунок называемый **гарнитурой рафинерных дисков**. Рабочими элементами гарнитуры являются рифли в виде ножеподобных узких полос, выступающих на поверхности диска и расположенных под небольшим углом к радиусу. Размер рифлей уменьшается в направлении от центра. Глубина рифлей, форма, расположение канавок влияет на скорость проталкивания массы через размалывающую зону, а также на удельное давление при размолле и качество массы.

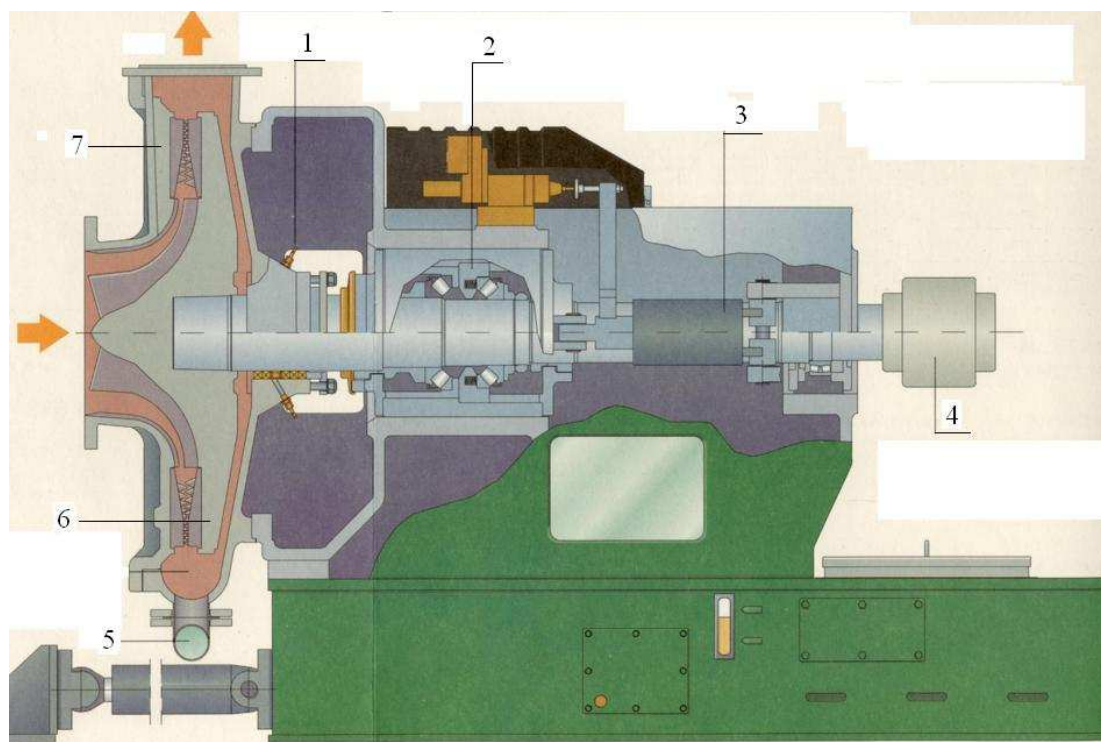


Рис. 23. Рафинер-мельница:

- 1 – соединение для уплотнительной воды; 2 – подшипниковый узел;
 3 – гидроцилиндр для регулирования зазора между дисками; 4 – муфта
 соединения вала с двигателем; 5 – вода для разбавления; 6 – диск
 приводной регулируемый; 7 – диск не приводной

Наиболее часто для размольной гарнитуры используют износо-стойкие высоколегированные белые чугуны, например сплав, содержащий 20% Cr (20% хрома).

Гарнитура размольных дисков при работе затупляется, режущие кромки округляются из-за выкрашивания металла или абразивного действия на них грязи, попадающих частиц песка или окислительных процессов. В результате этого размалывающие элементы дисков периодически меняют.

При работе мельницы дефибратора щепы захватывается сначала крупными зубцами гарнитуры, истирается и по мере перемещения к краю диска перемалывается на мелкие волокна. На выходе из мельницы получают древесноволокнистую массу – пульпу. **Пульпа** – это суспензия волокна в воде различной концентрации.

После первичного размола концентрация массы составляет 33%. В случае необходимости вторичного размола на рафинере пульпу разбавляют водой до концентрации 3-12%. Средняя толщина волокон 0,04 мм, длина 1,5-2 мм.

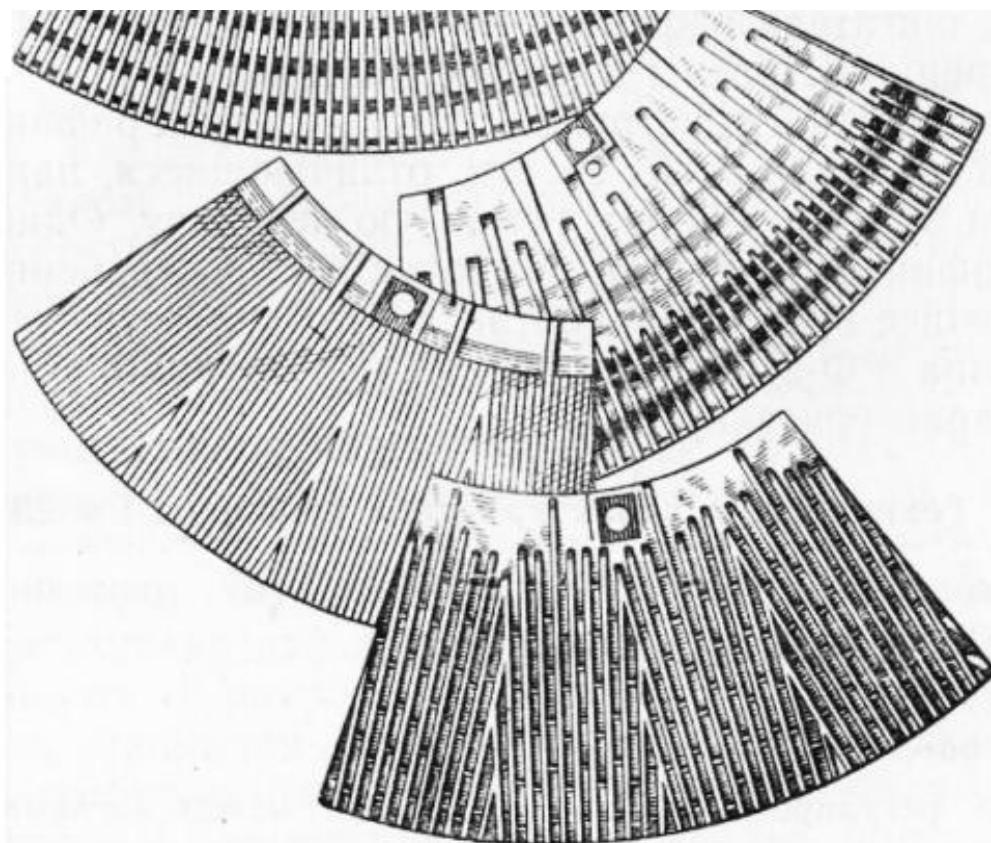


Рис. 24. Сегменты размалывающих дисков

6.1.4. Рафинеры

Мельница-рафинер предназначена для вторичного более тонкого размола волокнистой массы, полученной на дефибраторе.

По конструкции размольная часть рафинера одинакова с размольной частью дефибратора .

Верхняя часть размольной камеры – крышка съемная, что позволяет менять размольные диски. В нижней части камеры находится выпускное отверстие для удаления древесноволокнистой массы.

Вал мельницы вместе с закрепленным на нем размольным диском и подшипниками может смещаться в осевом направлении с помощью

управляемого гидроцилиндра. Так регулируется зазор между неподвижным и подвижным дисками. Расстояние между дисками при рафинировании составляет 0,05-0,15 мм.

Древесноволокнистая масса подается из дефибратора в рафинер по схеме, приведенной на рис. 25. Из дефибратора 1 масса по трубопроводу 4 поступает в циклон 5, где происходит отделение пара и разбавление массы оборотной водой. Из циклона масса вытекает в бассейн 6 первичного размола. В бассейне масса концентрацией около 4% перемешивается мешалкой и самотеком по трубопроводам поступает в рафинер 7.

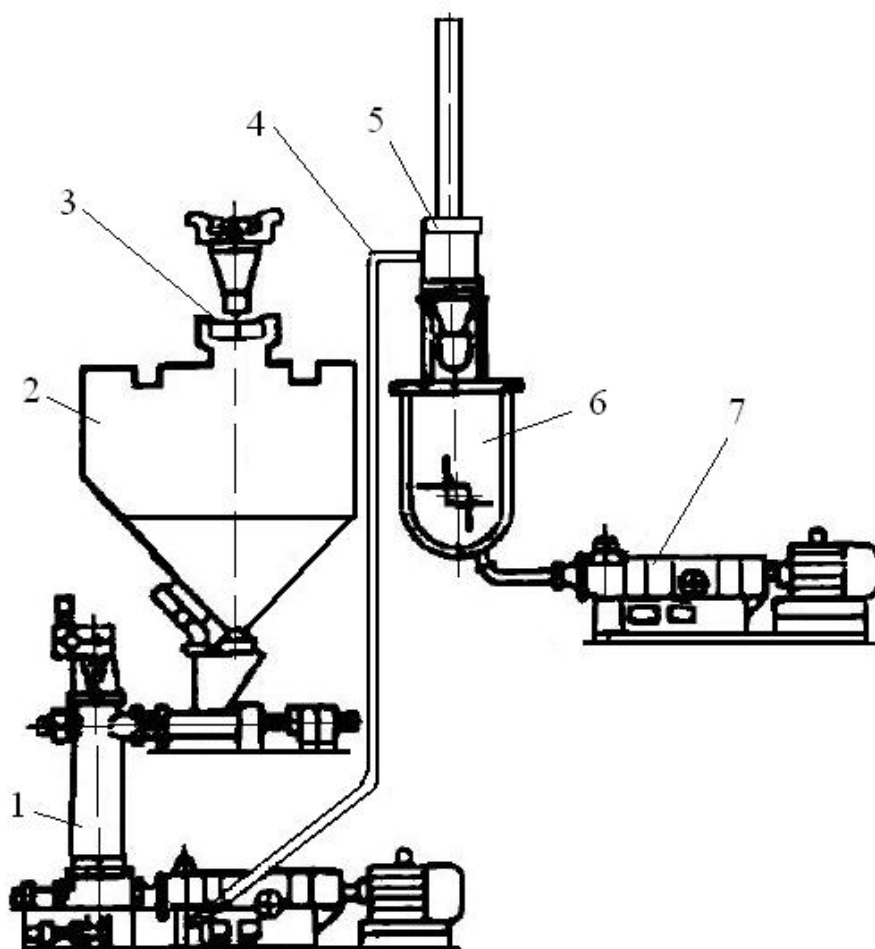


Рис. 25. Схема подачи древесноволокнистой массы из дефибратора в рафинер:

- 1 – дефибратор; 2 – бункер щепы; 3 – загрузочный транспортер;
4 – трубопровод; 5 – циклон; 6 – бассейн; 7 – рафинер

Известны и другие способы питания рафинера, например, прямой подачей древесноволокнистой массы от дефибратора в рафинер, когда

по пути движения масса разбавляется до 7...10%-ной концентрации, или подачей массы концентрацией около 6% винтовым питателем или специальными насосами.

Волокнистая масса в виде водной суспензии поступает в зазор между размалывающими дисками мельницы рафинера.

В случае производства древесноволокнистых плит сухим способом древесная масса от дефибрера подается в сухой циклон, в котором происходит отделение древесной массы от пара. Пар удаляется вверх, а древесная масса, вращаясь, скользит по стенкам циклона вниз и попадает в винтовой транспортер, который подает ее в размольную камеру рафинера.

Технические характеристики рафинеров приведены в табл. 21.

Габаритные размеры, например, рафинера модели RR-70, мм: длина – 4325; ширина – 1300; высота – 1550.

Библиографический список

1. Плотникова, Г.П. Совершенствование технологии производства древесностружечных плит на основе модифицированных связующих с использованием некондиционной древесины. Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук/ Г.П. Плотников. – Братук: БрГУ, 2011. – 149 с.

2. Отлев, И.А. Справочник по производству древесностружечных плит/И.А. Отлев, Ц.Б. Штейнберг, Л.С. Отлева, Ю.А. Бова, Н.И. Жуков, Г.И. Конаш. – М.: Лесн. пром-сть, 1990. – 384 с.

3. Волынский, В.Н. Технология древесных плит и композиционных материалов/В.Н. Волынский. – СПб.: Издательство «Лань», 2010. – 336 с.

4. Глебов, И.Т. Конструкции и эксплуатация деревообрабатывающих машин: Учебное пособие/ И.Т. Глебов. – СПб.: Издательство «Лань», 2012. – 352 с.

5. ГОСТ Р 56309-2014. Плиты древесные строительные с ориентированной стружкой (OSB). Технические условия – М.: Стандартинформ, 2015.

6. Наназашвили, И.Х. Строительные материалы из древесно-цементной композиции/ И.Х. Наназашвили. – Л. Стройиздат, 1990.– 415 с.

7. Мерсов, Е.Д. Производство древесноволокнистых плит: Учеб. для ПТУ/ Е.Д. Мерсов. – М.: Высш. шк., 1989. – 232 с.

Оглавление

Введение	3
1. История производства древесных плит	4
2. Щепа	11
2.1. Характеристика технологической щепы	11
2.2. Рубительные машины	11
2.2.1. Дисковые рубительные машины	11
2.2.2. Барабанные рубительные машины	14
3. Стружка для древесно-стружечных плит	16
3.1. Характеристика стружки	16
3.2. Стружечные станки	17
3.2.1. Станок стружечный ДС-8	17
3.2.2. Станок стружечный ДС-7А	19
3.2.3. Дробилки и мельницы	20
4. Плиты с ориентированной стружкой	23
4.1. Общая характеристика стружки	23
4.2. Способы получения стружки	23
4.2.1. Фрезерование барабаном с ножами на внешней поверхности	24
4.2.2. Фрезерование барабаном с ножами на внутренней поверхности	26
4.2.3. Фрезерование дисковой фрезой	27
4.2.4. Фрезерование торцовой фрезой	28
5. Плиты цементно-стружечные	29
5.1. Стружка для получения фибролитовых плит	29
6. Плиты древесноволокнистые	31
6.1. Станки для размола древесины	31
6.1.1. Дефибреры	32
6.1.2. Дефибраторы	34
6.1.3. Рафинер-мельница	35
6.1.4. Рафинеры	37
Библиографический список	40
Оглавление	41

Учебное издание

Иван Тихонович Глебов

Изготовление стружек в производстве древесных плит

Учебное пособие

ФГБОУ ВО Уральский государственный
лесотехнический университет
620032, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37.