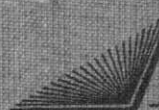


674.05
к21

Е.И.Карасев
С.Д.Каменков



**ОБОРУДОВАНИЕ
ПРЕДПРИЯТИЙ ДЛЯ
ПРОИЗВОДСТВА
ДРЕВЕСНЫХ
ПЛИТ**



УЧЕБНИК
ДЛЯ ВУЗОВ

674.05
К21

Министерство образования
Российской Федерации

Московский государственный университет леса

Е.И. Карасев
С.Д. Каменков

**ОБОРУДОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ**

Допущено УМО по образованию в области лесного дела в качестве учебника для студентов вузов, обучающихся по специальности 260300 «Технология химической переработки древесины» (специализация 260305 «Технология древесных плит и пластиков»)



Издательство Московского государственного университета леса
Москва – 2002

УДК 674.815–41.05(075.8)

БЛ2 Карасев Е.И., Каменков С.Д. Оборудование предприятий для производства древесных плит. – М.: МГУЛ, 2002. – 320 с.: ил. 184.

Учебник написан в соответствии с примерной учебной программой дисциплины «Оборудование предприятий» специализации «Технология древесных плит и пластиков». Рассмотрены теоретические основы и конструкции технологического оборудования, используемого для производства древесностружечных и древесноволокнистых плит, древесных материалов на основе измельченной древесины, а также оборудование для облицовывания и других способов облагораживания плитных материалов. Изложены принципы работы машин, даны их кинематические схемы и методы расчетов для обоснования основных технологических и конструктивных параметров рабочих органов.

Разработано в соответствии с Государственным образовательным стандартом ВПО 2000 г. для направления подготовки 655000 «Химическая технология органических веществ и топлив» на основе примерной программы дисциплины «Оборудование предприятий» для специальности 260300 «Технология химической переработки древесины» 2001 года.

Рецензенты: доцент Ю.Л. Юрьев, зав. кафедрой химической технологии древесины Уральского государственного лесотехнического университета;
профессор Г.Н. Афанасьев, кафедра процессов и аппаратов деревообрабатывающих производств Московского государственного университета леса

Авторы: Евгений Иванович Карасев, профессор;
Сергей Дмитриевич Каменков, доцент

ISBN 5-8135-0120-7

© Карасев Е.И., Каменков С.Д., 2002
© Московский государственный университет леса, 2002

ВВЕДЕНИЕ

Обновление содержания высшего образования осуществляется в свете задач подготовки инженеров широкого профиля на основе фундаментализации как теоретического, так и, особенно, профессионального обучения кадров, на основе реализации программ непрерывной подготовки студентов в основополагающих для специалистов областях знаний.

Особое внимание уделяется усилению профессионально-прикладной направленности обучения с учетом современного состояния, тенденций и перспектив развития лесной и деревообрабатывающей промышленности. Дисциплина «Оборудование предприятий» занимает важное место в учебном плане специализации «Технология древесных плит и пластиков». Предметом дисциплины является теория и конструкция разнообразного оборудования, предназначенного для производства древесноволокнистых и древесностружечных плит, композиционных материалов и древесных пластиков на основе шпона, а также оборудования для нанесения на плитные материалы покрытий.

Оборудование для производства плитных материалов быстро обновляется и модернизируется. За последние годы на заводах установлены новые специализированные, специальные станки и машины, автоматические линии. Улучшены параметры рабочих процессов, новые кинематические и конструктивные решения сделали их более производительными и расширили их технологические возможности. Возросли показатели точности и технологической надежности станков и прессовых установок.

Большой объем материалов и разнообразие оборудования выдвинули проблему отбора сведений, необходимых для обучения.

Особое внимание уделено информации, призванной создать ясное понимание существа основных вопросов дисциплины, привить способность к самостоятельному анализу и воспитать творческое отношение к решению профессионально-прикладных задач. Дисциплина «Оборудование предприятий» наиболее тесно связана с технической механикой, высшей математикой, физикой. При отборе материалов для учебника учитывались особенности примерных учебных программ перечисленных дисциплин.

Роль инженера-технолога – специалиста в области технологии древесных плит и пластиков на современном предприятии разнообразна и очень ответственна, требует отличного знания технологического оборудования и его технологических и конструктивных возможностей, умения квалифицированно организовать технологические процессы производства

плит и покрытий. Поэтому цель изучения дисциплины – овладение студентами суммой знаний, необходимых для того, чтобы в общей системе управления технологическими процессами уметь выбирать оборудование, обеспечивая его техническое обслуживание и эффективное использование.

Основные задачи дисциплины: ознакомить будущих специалистов с теоретическими положениями процессов по разным видам оборудования, дать сведения о новых прогрессивных приемах переработки древесины и выпуска продукции заданного качества, научить разрабатывать эскизный проект машины, проектировать и создавать технологические линии с высоким коэффициентом использования оборудования, привить навыки в проведении исследований технологических процессов, связанных с оборудованием, ознакомить с процессами комплексного использования древесных отходов.

Разделы I, II, III, V, VI гл. 4 написаны проф. Е.И. Карасевым (Московский государственный университет леса), а разделы IV, VI, гл. 1, 2, 3 доцентом С.Д. Каменковым (Санкт-Петербургская государственная лесотехническая академия)

Раздел I МАШИНЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЛИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Глава 1 ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И СХЕМАТИКА МАШИН

§ 1. РАБОЧИЕ ОРГАНЫ И ДВИЖЕНИЯ В МАШИНАХ

Рабочая машина представляет собой сочетание механизмов, осуществляющих движения для выполнения определенной работы. С ее помощью изменяются форма, размеры, свойства и состояние обрабатываемых объектов. Рабочие машины для обработки резанием называются станками, для обработки давлением – прессами, для смешивания – смесителями, для физико-химического воздействия – аппаратами. Рабочая машина предназначена для выполнения рабочего процесса путем определенных целенаправленных движений. Они воспроизводятся комбинацией согласованных вращательных и поступательных перемещений рабочих органов (инструмента) и заготовки.

Движения, направленные на непосредственное выполнение рабочего процесса, называются основными. При резании – это образование стружек, при прессовании – движение прессования, при размоле – движение перетирания, при формировании – движение древесных частиц и т. д. Они подразделяются на главное движение и движение подачи.

Главным называется движение, определяющее рабочий процесс. В стружечных станках, например, это – движение резания, т. е. движение, необходимое и достаточное для срезания стружки, в прессовом оборудовании – движение, создающее давление между частицами.

Подачей называется движение, необходимое для повторения главного движения и для его выполнения. В стружечных станках это движение, обеспечивающее последовательное срезание новых стружек, в прессовом оборудовании – движение, в результате которого пакеты занимают исходное положение перед прессованием.

Основные движения могут придаваться исполнительным органам машины (инструменту) и заготовке. Обычно главное движение отличается от движения подачи значительно большими скоростями. Главное движение и подача совершаются одновременно либо последовательно. Виды главного движения и подачи разнообразны.

К вспомогательным относятся все прочие движения рабочих органов, обеспечивающие правильность протекания процесса. Они подразде-

ляются на рабочие, выполняемые во время работы машины, и наладочные, выполняемые во время ее наладки.

Для выполнения движений в рабочих машинах существуют три вида механизмов – двигательные, передаточные и исполнительные. Двигательный механизм в виде электро-, гидро-, пневмо- или другого привода снабжает двигательной энергией рабочую машину. Передаточный механизм служит для передачи энергии от двигательного механизма к исполнительному с помощью механических, гидравлических, пневматических или других передач. Исполнительный механизм осуществляет перемещение тех элементов машины, которые выполняют основные и вспомогательные движения, необходимые для выполнения рабочего процесса. Кроме того, современная машина имеет ряд механизмов потока информации, осуществляющих управление, контроль или регулирование процесса.

§ 2. КЛАССИФИКАЦИЯ МАШИН

Машины, применяемые в плитных производствах, можно классифицировать по назначению, характеру движения рабочих органов и материала, степени механизации и автоматизации, технологическому признаку.

По назначению машины разделяются на три класса: широкого назначения (универсальные), специализированные и специальные. Машинами широкого назначения (универсальными) называют такие, конструктивное устройство которых настолько универсально, что позволяет широко использовать их в производствах разного типа: в производстве древесностружечных, древесноволокнистых плит, шпона. В преобладающем большинстве такие машины могут обрабатывать материал разных размеров. Из машин этого класса большое распространение получили станки общего назначения, подразделяемые по технологическому признаку: ленточнопильные, круглопильные, многопильные, окорочные.

Специализированными называют машины, технологические возможности которых в значительной степени ограничены, поскольку они предназначены для обработки определенных деталей, например чураков или шпона, щитов в мебельном производстве и т. п. Специализация машин позволяет понизить их универсальность, что упрощает конструкцию. С другой стороны, более узкое назначение позволяет повысить степень концентрации обработки, т. е. вместо однооперационных машин применять многооперационные. Специальными называют машины, предназначенные для обработки только одной, вполне определенной детали.

В зависимости от характера движения обрабатываемого объекта и главного рабочего органа машины могут быть с прерывистым движением объекта или рабочего органа (цикловые) и с непрерывным перемещением объекта или рабочего органа.

По степени механизации и автоматизации машины разделяются на четыре класса: механизированные, полумеханизированные, автоматические, полуавтоматические.

Механизированной называют машину, все силовые движения которой выполняются без участия человека. При работе на такой машине человек полностью освобожден от операций энергетического потока и выполняет только операции потока информации.

Полумеханизированной называют машину, у которой механизирована только часть силовых движений. При работе на ней человек выполняет часть операций энергетического потока и все операции потока информации.

Автоматическими (автоматами) называют машины, выполняющие без непосредственного участия человека весь комплекс операций обоих потоков процесса (энергетического и информации), необходимый для обработки объекта. При использовании большинства автоматов роль человека сводится к наблюдению за их работой.

Полуавтоматическими (полуавтоматами) называют машины, выполняющие автоматический комплекс операций только в пределах одного рабочего цикла. Для следующего цикла с очередной деталью необходим повторный пуск циклового механизма. Рабочий, обслуживающий полуавтомат, включает цикловой механизм, снимает обработанный объект и загружает очередную заготовку.

По технологическому признаку деревообрабатывающее оборудование подразделяется на дереворежущее общего и специального назначения, прессовое, отделочное и сушильное. Появились также многооперационные автоматические машины и линии, в которых выполняются комбинации технологических операций (обработка резанием, облицовывание, сушка и др.).

§ 3. СТРУКТУРНАЯ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ, ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ, ПНЕВМАТИЧЕСКАЯ И ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМЫ

Для самого общего представления о машине применяется ее графическое изображение в виде схемы. Для схематического изображения машин получили распространение структурные, технологические (принципиальные), кинематические, гидравлические, пневматические и электрические схемы. Распространены также цикловые диаграммы машин.

Структурные схемы дают общее представление о составе, структуре и взаимодействии основных элементов (узлов) машины или технологического процесса, которые изображаются простейшими плоскими геометрическими фигурами: прямоугольником, кружком, треугольником и т. п. Вид связей элементов обозначается линиями со стрелками.

Технологической (принципиальной) называют схему машины, изображающую принцип ее работы и характер движений ее рабочих органов и обрабатываемой детали. Таким образом, технологическая схема показыва-

ет, какие должны быть движения рабочих органов, но она не указывает на то, как их осуществить.

Гидравлической называют схему, показывающую состав и соединение элементов, входящих в гидравлический механизм. Гидравлические схемы могут быть представлены на плоскости или в аксонометрии (см. рис. 109, 110). Обычно применяют плоскостное изображение с использованием условных обозначений элементов механизма по ГОСТу.

В состав гидравлического привода входят следующие элементы: насосы, устройства подготовки и передачи масла, распределительная и контрольно-регулирующая аппаратура, исполнительные механизмы.

Пневматической называют схему, показывающую состав и соединение элементов, входящих в пневматический механизм машины. Обычно вычерчивают плоскостное изображение элементов с использованием условных обозначений. Начертание пневматических схем сходно с начертанием гидравлических, но проще, поскольку пневматические механизмы работают обычно от централизованной установки сжатого воздуха (компрессора), не изображаемой на схеме.

В состав пневматического привода входят следующие элементы: источник сжатого воздуха, узел подготовки и передачи сжатого воздуха, распределительная и контрольно-регулирующая аппаратура, исполнительные механизмы.

Электрическая схема показывает состав и соединение электрических элементов машины. Для их начертания имеются условные обозначения, установленные ГОСТом. В зависимости от назначения различают принципиальные и монтажные электрические схемы. Принципиальная электрическая схема показывает принцип действия электрооборудования машины.

Цикловая диаграмма отражает работу рабочих органов машины в функции времени. Чаще всего составляют линейные цикловые диаграммы (циклограммы).

§ 4. КИНЕМАТИЧЕСКАЯ СХЕМА

Кинематическая схема отражает связи между механическими элементами станка и предназначена для определения положений звеньев, траекторий отдельных точек, линейных и угловых скоростей и ускорений отдельных точек механизма. В деревообрабатывающих станках кинематические схемы используют для определения скоростей резания и подачи, перемещений подвижных его элементов, траекторий движения отдельных органов.

Кинематические схемы выполняются как в аксонометрии, так и на плоскости. Элементы кинематических схем изображаются условно в соответствии с ГОСТами. Движение от двигателя к исполнительным органам передается по кинематическим цепям, состоящим из отдельных звеньев (ступеней), называемых кинематическими парами. Каждая кинематическая

пара и вся кинематическая цепь в целом характеризуются передаточным отношением

$$i = n_1 / n_2, \quad (1)$$

где n_1, n_2 – частота вращения ведущего и ведомого валов соответственно.

Передачи, у которых $n_1 > n_2$, – замедляющие, их называют редукторами. Передачи, у которых $n_1 < n_2$, – ускоряющие, их называют мультипликаторами. В машиностроении чаще возникает необходимость в уменьшении частоты вращения, поэтому замедляющие механизмы (редукторы) нашли более широкое применение. Редукторы позволяют применять быстроходные, а следовательно, малогабаритные и более дешевые электродвигатели при тихоходных рабочих машинах, малые скорости движения которых обуславливаются требованиями технологического процесса. У замедляющих передач $i > 1$, у ускоряющих $i < 1$.

Передаточное отношение может быть выражено не только как отношение частот вращения валов, но и через отношение размеров кинематических элементов. Для ременных, фрикционных, зубчатых и цепных передач

$$i = \frac{d_2}{d_1} = \frac{r_2}{r_1}, \quad (2)$$

где $d_1(r_1), d_2(r_2)$ – диаметры (радиусы) ведущего и ведомого кинематических элементов соответственно.

Можно записать

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1}. \quad (3)$$

Для зубчатых и цепных передач передаточное отношение можно определять через число зубьев колес (звездочек)

$$i = z_2 / z_1, \quad (4)$$

где z_2, z_1 – число зубьев ведущего и ведомого колеса (звездочки) соответственно.

Для червячной передачи

$$i = z_2 / z_1, \quad (5)$$

где z_1 – число заходов червяка; z_2 – число зубьев червячного колеса.

При определении i расчетные диаметры кинематических элементов принимают следующие:

для плоскоремennых передач

$$d = d_{ш} + \delta, \quad (6)$$

где $d_{ш}$ – диаметр шкива; δ – толщина ремня;

для клиноременных передач d соответствует диаметру шкива, по которому располагается нейтральный слой ремня;

для зубчатых и червячных колес и звездочек цепных передач учитывается диаметр делительной окружности, равный:

для зубчатых с прямым зубом и червячных колес

$$d = mz; \quad (7)$$

для косозубых колес

$$d = mz/\cos \beta; \quad (8)$$

для звездочек

$$d = t/\sin(180/t), \quad (9)$$

где m – модуль, мм; t – шаг цепи, мм; β – угол наклона зуба, град.

В ременных и фрикционных передачах наблюдается проскальзывание между элементами передачи, поэтому в формулу передаточного отношения нужно ввести уточнение:

$$i = (d_2/d_1)\xi, \quad (10)$$

где ξ – коэффициент скольжения (для фрикционных передач 0,995–0,95; плоскоремных 0,99; клиноременных 0,98).

В приводах деревообрабатывающих станков имеются клиноременные вариаторы с постоянным межосевым расстоянием и с изменяемыми диаметрами ведущего d_1 , и ведомого d_2 шкивов, причем $d_{1min} = d_{2min}$ и $d_{1max} = d_{2max}$. Для таких вариантов соотношение между наибольшим и наименьшим диаметром каждого шкива будет

$$d_{max}/d_{min} = \sqrt{D}, \quad (11)$$

где D – диапазон регулирования.

$$D = n_{max}/n_{min}. \quad (12)$$

Если кинематическая схема включает в себя несколько кинематических пар (ступеней), соединенных последовательно, общее передаточное отношение i равно произведению передаточных отношений i_1, i_2, i_3, \dots отдельных ступеней:

$$i = i_1 i_2 i_3 \dots \quad (13)$$

Задача кинематического расчета – определение скорости подачи и резания, величины настроечных перемещений, ходов подающих элементов. Расчетам предшествует вычерчивание кинематической схемы машины (рис. 1) в соответствии с ГОСТом с обязательным нанесением численных характеристик кинематических звеньев: мощности и частоты вращения электродвигателей, числа зубьев зубчатых передач, диаметров шкивов и т. п. Расчет удобно вести в виде таблицы, куда подставляют данные расчета против каждого номера элемента цепи.

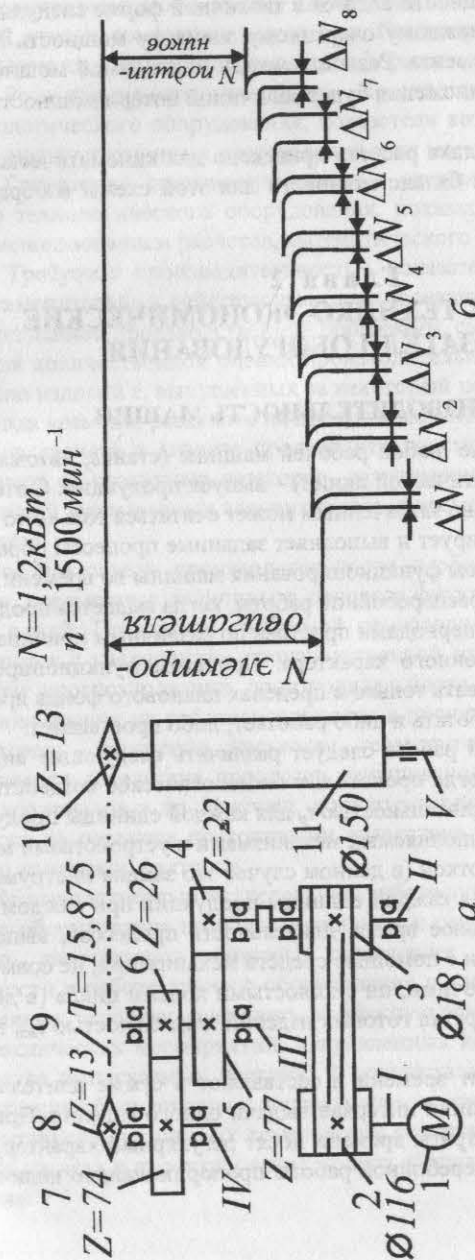


Рис. 1. Схемы для расчетов: а – кинематической цепи; б – потеря мощности

Расчет потерь мощности ведется в табличной форме следующим образом. Подводимую к каждому очередному элементу мощность N умножают на КПД этого элемента. Разность между подводимой мощностью и полученной после перемножения будет величиной потери мощности ΔN на этом элементе.

Рассмотрение порядка расчета приведено для кинематической цепи (рис. 1, а), а примерный баланс мощности для этой схемы изображен на рис. 1, б.

Глава 2

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОБОРУДОВАНИЯ

§ 1. ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ МАШИН

Целевое назначение любой рабочей машины (станка, автомата или системы машин – автоматической линии) – выпуск продукции. С этой точки зрения производительно затраченным может считаться только то время, когда машина функционирует и выполняет заданные процессы обработки. Однако реальные процессы функционирования машины во времени достаточно сложны, периоды бесперебойной работы, когда выдается продукция, неизбежно чередуются с периодами простоев по различным причинам технического и организационного характера. Процессы функционирования машин можно рассматривать только в пределах планового фонда времени, когда машина должна работать и либо работает, либо простаивает.

При бесперебойной работе следует различать следующие виды затрат: время обработки, когда происходит технологическое воздействие на обрабатываемую деталь длительностью t_p для каждой единицы продукции; время холостых ходов, выполняемых механизмами и устройствами машин, не совмещенных с обработкой (в данном случае это замена инструмента и т. д. длительностью $t_{х.х}$ для каждой единицы продукции при каждом рабочем цикле); вспомогательное время, длительность процессов, выполняемых рабочим вручную или с помощью средств механизации, не совмещенных по времени ни с рабочими, ни с холостыми ходами цикла (в данном случае это загрузка и выгрузка готовых изделий длительностью $t_{всп}$ в каждом рабочем цикле).

Эти элементы затрат времени и составляют в сумме длительность рабочего цикла T как средний интервал выдачи одного изделия. При бесперебойной работе эти затраты времени носят регулярный характер, суммарное чистое время бесперебойной работы пропорционально количеству выпущенной продукции.

Производительность машин служит важнейшей характеристикой их полезной отдачи, их функционирования. Показатели производительности рассчитываются и анализируются в трех формах:

1. Реальная производительность – производительность действующего технологического оборудования, показатели которой рассчитывают по данным эксплуатационных исследований и их математической обработки.
2. Ожидаемая производительность – производительность проектируемого технологического оборудования, показатели которой прогнозируют с использованием расчетов, математического моделирования и т. д.
3. Требуемая производительность – показатель, который рассчитывают применительно к действующему или проектируемому оборудованию, исходя из данной производственной программы, сменности работы и т. д.

Для количественной оценки производительности Q необходимо общее число изделий z , выпущенных за некоторый период в пределах планового фонда времени, разделить на продолжительность этого периода.

При расчете и анализе производительности автоматических линий используют ее различные категории, различающиеся количеством и номенклатурой учитываемых элементов затрат времени при функционировании машин.

Все показатели производительности в общем виде есть функции времени, переменные величины в процессе функционирования автоматических линий. Показатели требуемой производительности, как правило, повышаются с увеличением производственной программы выпуска изделий. При прогнозировании производительности необходимо учитывать изменения уровня их работоспособности в процессе эксплуатации, в первую очередь – снижение жесткости, геометрической точности, виброустойчивости вследствие процессов изнашивания, старения конструктивных материалов и др. Наконец, показатели реальной производительности также не остаются постоянными вследствие действия всего перечисленного комплекса факторов.

Производственные исследования работоспособности автоматизированного оборудования позволяют решать две основные задачи: 1) количественно рассчитывать резервы повышения производительности и надежности в работе данного оборудования в данных конкретных производственных условиях, оценивать возможную эффективность организационно-технических мероприятий, направленных на повышение качества и количества выпускаемых изделий; 2) осуществлять «обратную связь» от эксплуатации оборудования к последующему проектированию – оценивать перспективность различных технических решений, давать исходные данные для расчета и проектирования нового оборудования аналогичного назначения.

§ 2. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МАШИН

Для определения эффективности новой машины сопоставлением себестоимости необходимо рассчитать цеховую и заводскую стоимость изготавливаемого изделия на старой и проектируемой машинах. Чтобы цифры расчета были сопоставимы, проектная стоимость изделия в новых условиях по предварительной калькуляции должна быть определена по той же методике, по которой подсчитана фактическая стоимость этого изделия в существующих условиях по отчетной калькуляции.

В себестоимость изготавливаемой продукции входят затраты на амортизацию машины.

Определение затрат на амортизацию машины, стоимость которой известна, затруднений не вызывает: для универсальных деревообрабатывающих станков их принимают, исходя из срока амортизации, равного 7,6 года, т. е. 13,2 %; для специализированных и специальных машин и линий этот процент увеличивают до 15–20 %, учитывая их моральный износ.

§ 3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МАШИН

Точность и шероховатость обработки. Качество изделий из древесины и древесных частиц характеризуется точностью их изготовления и степенью шероховатости обработанной поверхности.

Технологической называется точность, с которой детали обрабатываются на данной машине. Она характеризуется величиной фактической погрешности размеров и формы по сравнению с заданными на чертежах. Эти отклонения можно сгруппировать следующим образом: линейные размеры по длине, ширине, толщине и другие; форма поверхности (неплоскостность, непрямолинейность и другое); взаимное расположение поверхностей (неперпендикулярность смежных поверхностей, непараллельность и др.).

Технологическая точность должна обеспечить заданную точность изделия и экономическую эффективность обработки. В чертежах устанавливают допустимые погрешности, называемые допусками. Допуски на размеры погрешности формы и шероховатость регламентируются ГОСТами. Технологическая точность определяется по результатам замеров заданного числа образцов или частиц.

Шероховатость поверхности древесины характеризуется числовым значением параметров неровностей на обработанных поверхностях. Шероховатость определяется среднеарифметической величиной $R_z \text{ max}$, мкм, максимальных высот H_{max} , замеренных от вершины гребня до дна впадины:

$$R_z \text{ max} = (H_{\text{max}1} + H_{\text{max}2} + \dots + H_{\text{max}n})/n, \quad (14)$$

где H_{max} – расстояние от вершины гребня до дна впадины, мкм; n – число измерений.

Расстояние между двумя соседними неровностями называется шагом неровностей L . При определении $R_z \text{ max}$ длина участка, на котором определяются неровности, должна превышать шаг неровности не менее чем в 2 раза.

Геометрическая точность машин. Точность работы машины (технологическая точность) зависит от точности ее изготовления, называемой геометрической точностью. Существуют стандартные виды испытаний станков на геометрическую точность, при которых проверяют: точность работы механизмов или точность изготовления элементов машины безотносительно к другим ее узлам и элементам – прямолинейность или плоскостность направляющих или поверхностей столов, точность вращения (бие) шпинделей (радиальное и осевое), точность ходового винта и другое; правильность взаимного положения и движения узлов и элементов машины – параллельность или перпендикулярность основных направляющих или поверхностей стола и осей шпинделей.

Геометрическую точность для машин соответствующих типов проверяют по нормам, приводимым в техническом паспорте на оборудование.

Надежность – комплексное свойство, которое в зависимости от назначения объекта и условий его эксплуатации может включать в себя безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость в отделимости или в определенном сочетании этих свойств для объекта и для его частей.

Для деревообрабатывающих машин сочетание свойств надежности будет различным в зависимости от назначения, режима работы и сложности машины. Так, безотказность машин автоматических линий по производству плит, работающих в непрерывном режиме, должна быть выше, чем безотказность станка общего назначения, который может быть остановлен для ремонта без значительного ущерба для производства. Долговечность обеих машин может быть одинаковой.

Безотказность – свойство машин непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени. Долговечность – свойство машины сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов. Ремонтпригодность – свойство машины, заключающееся в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, повреждений и устранений их последствий путем ремонтов и технического обслуживания машин.

Технологическая надежность станка – это его свойство сохранять в заданных пределах и во времени значение показателей, определяющих качество технологического процесса в общем или на данном участке производства. Показатели качества продукции зависят не только от оборудования, но и от состояния инструмента, режимов обработки, квалификации обслуживающего персонала, однако возможности оборудования играют

основную роль. Поэтому не только обеспечение высоких характеристик технологического оборудования, но и длительное их сохранение в процессе работы – необходимое условие для надежного осуществления технологического процесса.

§ 4. ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТАНКОВ И МАШИН

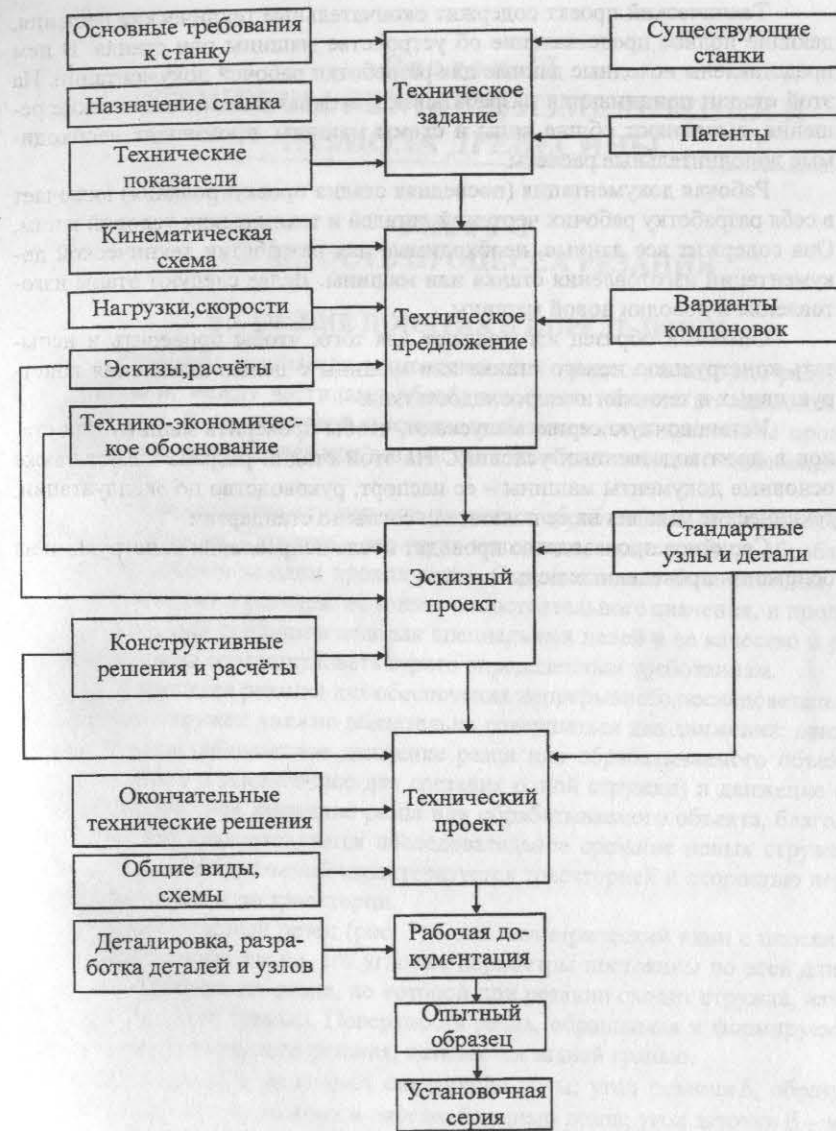
Основные этапы проектирования и изготовления станков или машин регламентированы ЕСКД. Процесс создания новой машины очень сложен и содержит многие мероприятия для обеспечения этапов проектирования от технического задания до запуска ее в серийное производство (рис. 2).

Техническое задание обосновывает целесообразность создания новой машины и устанавливает основное назначение и технические характеристики, вид производства, для которого предназначена машина или станок. Новая машина или станок должны иметь более высокие показатели по сравнению с существующими станками, обеспечивать более высокую производительность и повышение качества продукции, простоту конструкции.

Основной вопрос технического задания заключается в указании и обосновании тех новых качеств, которыми должен обладать станок. Для определения преимуществ предлагаемого варианта анализируют характеристики лучших станков или машин данного типа. Исходные данные для обоснования технических показателей станка – технологический процесс обработки на данном участке и требования к качеству выпускаемой продукции.

Техническое предложение содержит совокупность конструкторских документов, оно уточняет и развивает техническое задание. На этом этапе разрабатывают кинематическую, гидравлическую и другие схемы станка. Рассчитывают габаритные размеры машины, устанавливают его окончательные технические характеристики, приводят технико-экономическое обоснование целесообразности его проектирования. Техническое предложение дает полное представление о внешнем виде и возможностях машины.

Эскизный проект содержит конструктивные решения, дающие общее представление об устройстве и принципе работы машины на основании проектных расчетов и анализа различных вариантов. Исходными данными для расчетов служат параметры технологических режимов обработки – величин скоростей резания и подачи, сил, возникающих при выполнении заданного технологического процесса. При разработке конструкции машины или станка используют стандартные и унифицированные детали, узлы и механизмы.



Технический проект содержит окончательные технические решения, дающие полное представление об устройстве машины или станка. В нем представлены исходные данные для разработки рабочей документации. На этой стадии принимают и разрабатывают окончательные технические решения, выполняют общие виды и схемы машины, производят необходимые дополнительные расчеты.

Рабочая документация (последняя стадия проектирования) включает в себя разработку рабочих чертежей деталей и технических условий к ним. Она содержит все данные, необходимые для разработки технической документации изготовления станка или машины. Далее следуют этапы изготовления и доводки новой машины.

Опытный образец изготавливают для того, чтобы проверить и испытать конструкцию нового станка или машины с целью выявления конструктивных и технологических недостатков.

Установочную серию выпускают, чтобы проверить машину или станок в производственных условиях. На этой стадии разрабатывают также основные документы машины – ее паспорт, руководство по эксплуатации, технические условия на ее показатели согласно стандартам.

Серийное производство проводят после исправления конструкции на основании проведенных испытаний.

Раздел II ПРОЦЕССЫ РЕЗАНИЯ, ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ И РАЗМОЛА ДРЕВЕСИНЫ

Глава 1 СУЩНОСТЬ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ

§ 1. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Резанием называется технологический процесс, в котором разрушаются связи между частицами обрабатываемого объекта по заданной поверхности. В современной механической технологии древесины процесс резания осуществляется при воздействии на объект твердого клиновидного тела – резца.

В большинстве случаев при резании с обрабатываемого объекта срезаются стружки. Стружка – это часть материала, отделяемая от обрабатываемого объекта за один проход резца. Стружка может быть отходом, когда ее качество и размеры не имеют самостоятельного значения, и продуктом, когда она предназначена для специальных целей и ее качество и размеры должны соответствовать строго определенным требованиям.

В процессе резания для обеспечения непрерывного последовательного снятия стружек должно обязательно совершаться два движения: движение резания (абсолютное движение резца или обрабатываемого объекта, необходимое и достаточное для срезания одной стружки) и движение подачи (абсолютное движение резца или обрабатываемого объекта, благодаря которому осуществляется последовательное срезание новых стружек). Каждое из этих движений характеризуется траекторией и скоростью перемещения точки n по траектории.

Элементарный резец (рис. 3) – это геометрический клин с плоскими гранями; следовательно, его угловые параметры постоянны по всей длине лезвия. Поверхность резца, по которой при резании сходит стружка, называется передней гранью. Поверхность резца, обращенная к формируемой на объекте поверхности резания, называется задней гранью.

При резании различают следующие углы: угол резания δ , образуемый поверхностью резания и передней гранью резца; угол заточки β – между передней и задней гранями резца; передний угол γ – между передней гранью резца и плоскостью, проходящей через лезвие и нормальной к поверхности резания; задний угол α – между поверхностью резания и задней гранью резца. Соотношения между угловыми параметрами выражаются формулами:

$$\alpha + \beta = \delta \quad (15)$$

$$\alpha + \beta + \gamma = \delta + \gamma = 90^\circ \quad (16)$$

Ребро, образующееся при пересечении передней и задней граней резца, называется лезвием. У абсолютно острого (идеального) резца лезвие представляет собой линию пересечения передней и задней граней резца. У реального резца, проработавшего непродолжительное время, переход от передней грани к задней происходит по некоторой кривой поверхности с радиусом кривизны ρ . Радиус ρ служит показателем степени затупления резца, поэтому его называют радиусом затупления.

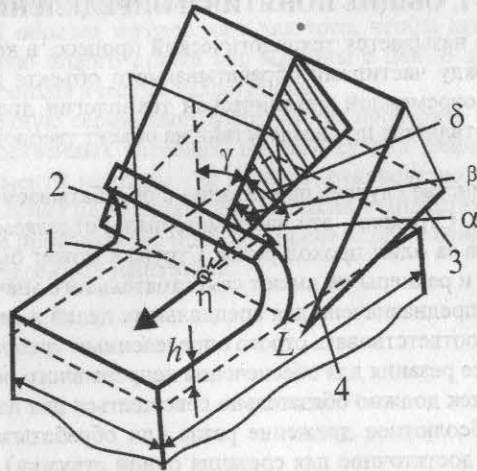


Рис. 3. Геометрия элементарного реза и стружки: 1 – режущая кромка; 2 – стружка; 3 – задняя грань; 4 – передняя грань; B, L – соответственно ширина и длина резания; h – толщина стружки

По положению плоскости, в которой движется резец (плоскости резания), и направлению движения лезвий в этой плоскости относительно волокон древесины различают три главных вида резания (рис. 4): резание древесины в торец, когда плоскость и направление резания перпендикулярны волокнам древесины (a); резание древесины вдоль волокон, когда и плоскость резания и направление резания параллельны волокнам древесины (b); резание древесины поперек волокон, когда плоскость резания параллельна им, а направление резания – перпендикулярно (e). Возможно также резание древесины торцово-поперечное (z), торцово-продольное (d), продольно-поперечное (e) и др.

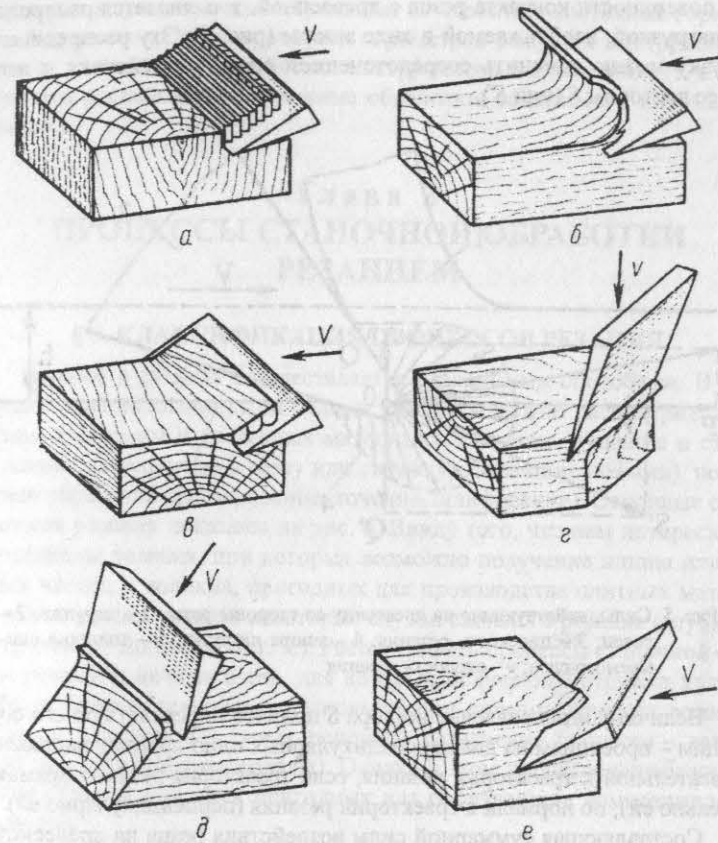


Рис. 4. Основные виды резания относительно волокон древесины

Известно, что показатели механических свойств древесины (предел прочности при различных видах деформирования, предел упругости, модуль упругости и др.) различны при разных направлениях действия силы по отношению к направлению волокон. Поэтому усилие, с которым резец должен воздействовать на древесину для осуществления процесса резания, будет неодинаковым для главных видов резания так же, как из-за волокнистой структуры древесины различным будет вид получаемых стружек.

В процессе резания резец внедряется в древесину, вследствие чего возникает сила их взаимодействия. Одновременно имеет место как сила, действующая со стороны резца на древесину, так и сила, действующая со стороны древесины на резец. Давление со стороны резца распределено по

всей поверхности контакта реза с древесиной, т. е. является распределенной нагрузкой, изображаемой в виде эпюры (рис. 5). Эту распределенную нагрузку можно заменить сосредоточенной силой воздействия и изобразить ее вектором S (или S').

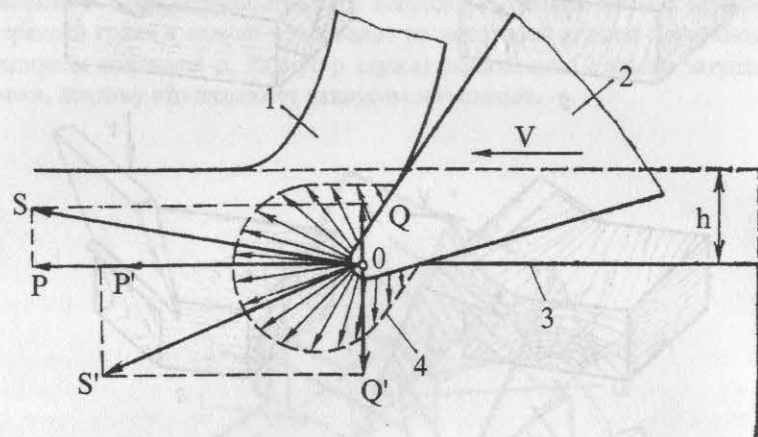


Рис. 5. Силы, действующие на древесину со стороны реза: 1 – стружка; 2 – резец; 3 – плоскость резания; 4 – эпюра нагрузки; h – толщина снимаемого слоя; v – скорость резания

Величину и направление вектора S принято определять по его составляющим – проекциям на два перпендикулярных одно другому направления: по касательной к траектории резания, если траектория резания прямая (параллельно ей); по нормали к траектории резания (перпендикулярно ей).

Составляющая суммарной силы воздействия реза на древесину, направленная по касательной к траектории резания, называется касательной силой или силой резания и обозначается P . Касательная сила всегда имеет одно направление – от реза в сторону вектора скорости резания v . Составляющая суммарной силы воздействия реза на древесину, направленная по нормали к траектории резания, называется нормальной силой и обозначается Q .

Нормальная сила проявляется как сила затягивания Q при срезании толстой стружки острым резцом, имеющим малый угол резания, и как сила отжима Q' – при срезании тонкой стружки тупым резцом, имеющим большой угол резания. Очевидно, что сила резания (как и нормальная сила Q) зависит от толщины срезаемой стружки h .

В тесной взаимосвязи с усилиями, действующими со стороны реза при резании, находятся форма стружек и качество обработки. Качественные и силовые характеристики резания (усилия, действующие на инстру-

мент, и расходуемая мощность) зависят от свойств и состояния обрабатываемой древесины, геометрических параметров режущих инструментов, а также от условий взаимодействия инструментов с древесиной (т. е. от их взаимного расположения и режима обработки, задаваемого кинематикой процесса).

Глава 2 ПРОЦЕССЫ СТАНОЧНОЙ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ

§ 1. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ РЕЗАНИЯ

Резание в станках осуществляется различными способами. В соответствии с технологическими целями процессы можно рассматривать как деление древесины и древесных материалов (пиление, лущение и строгание шпона, измельчение в щепу или стружку, разрезание ножами), поверхностная обработка (фрезерование, точение, шлифование). Основные схемы процессов резания показаны на рис. 6. Ввиду того, что нам интересны такие процессы резания, при которых возможно получение шпона или древесных частиц и волокна, пригодных для производства плитных материалов, мы не рассматриваем некоторые случаи сложного резания (глубинное фрезерование, долбление и т. п.). Рассматривать процессы станочной обработки резанием начнем с тех, для которых полученная стружка является как бы побочным продуктом. Например, при пилении круглых лесоматериалов на лесопильных рамах основное назначение процесса – деление бревна на доски (пиломатериалы). Однако в этом процессе неизбежно появление стружек (опилок), пригодных для производства композиционных материалов.

§ 2. ВИДЫ РЕЗАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ

Пиление. В результате резания древесины резами (зубьями) пил (рис. 6, а) образуется пропилен, из которого выпадают узкие стружки (опилки). Пиление производят рамными и ленточными, а также круглыми пилами. Рамными и ленточными пилами пилят вдоль волокон, а круглыми пилами – вдоль и поперек. Получение частиц, пригодных для производства плит, возможно в основном при продольном пилении, так как при поперечном пилении круглыми пилами получают кубикообразные или бесформенные частицы.

При пилении круглыми пилами (рис. 7) резание осуществляется многолезвцовым вращающимся инструментом в форме диска. В круглопильных станках пила может находиться в нижнем (рис. 7, а) или верхнем (рис. 7, б) положении.

Диаметр резания $D=2R$, мм (он же главная характеристика инструмента – диаметр пилы), в анализе процесса принимается одинаковым для всех зубьев. Частота вращения пилы n , мин^{-1} , считается постоянной. Скорость резания при пилении круглыми пилами на станках в среднем 40–80 (максимум до 100–120) м/с. Движение подачи придается, как правило, заготовке. Скорость механической подачи u в станках достигает 100 м/мин и более.

На схемах процесса (см. рис. 7) показаны: A – точка входа зуба пилы в древесину; B – точка выхода зуба из древесины; H – высота пропила; $\Phi_{\text{вх}}$ и $\Phi_{\text{вых}}$ – углы входа и выхода, определяющие положение зуба на дуге резания соответственно в точках A и B .

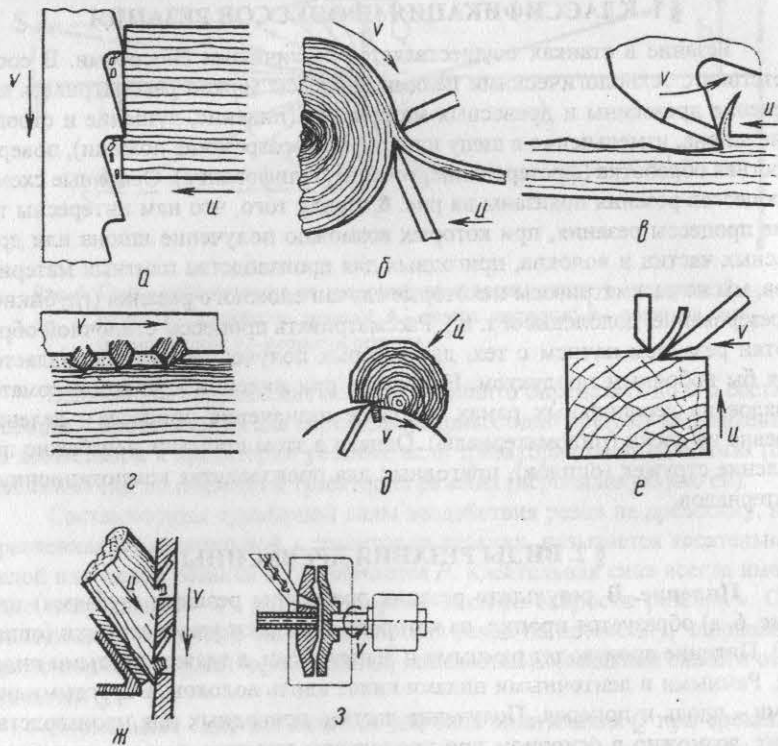


Рис. 6. Процессы сложного резания: a – пиление; b – лущение; v – фрезерование; z – шлифование; $d, ж$ – измельчение; e – строгание; z – разлом

Угол, соответствующий дуге резания, или длине стружки l , называют углом контакта $\Phi_{\text{конт}}$:

$$\Phi_{\text{конт}} = \Phi_{\text{вых}} - \Phi_{\text{вх}} \quad (17)$$

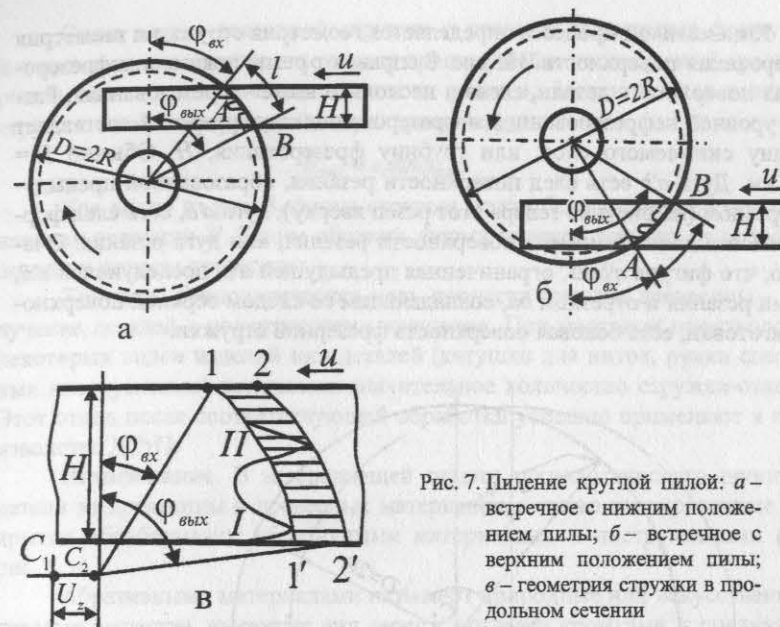


Рис. 7. Пиление круглой пилой: a – встречное с нижним положением пилы; b – встречное с верхним положением пилы; v – геометрия стружки в продольном сечении

Приведенными соотношениями определяется геометрия стружки (рис. 6, e). Номинальная длина стружки вычисляется как длина дуги контакта:

$$l = R\Phi_{\text{конт}} \quad (18)$$

где $\Phi_{\text{конт}}$ – в радианах.

Вследствие наличия движения подачи два соседних зуба формируют разные поверхности дна пропила: зуб 1 – поверхность со следом 1–1', зуб 2 – поверхность со следом 2–2'. Расстояние между этими поверхностями по направлению подачи равно u_z , т. е. подаче древесины на один зуб пилы. Расстояние по нормали (толщина стружки h) различно. Текущая толщина стружки

$$h = u_z \sin \varphi \quad (19)$$

Частные значения толщины стружки: в точке входа $h_{\text{вх}} = u_z \sin \varphi_{\text{вх}}$; в точке выхода $h_{\text{вых}} = h_{\text{max}} u_z \sin \varphi_{\text{вых}}$; в середине дуги резания (середи́нная толщина).

Фрезерование. Фрезерованием называют процесс резания древесины как вдоль, так и поперек волокон вращающимися резцами (ножами). Ножи укреплены в цилиндрическом теле и по мере движения фрезы или древесины срезают с нее древесные частицы (см. рис. 6, e).

Разрезание и штампование. Эти процессы деления используют при резании лущеного или строганого шпона, а также при обработке готовых древесноволокнистых плит штампованием (например, получение в плитках различной формы отверстий).

§ 3. ЛУЩЕНИЕ И СТРОГАНИЕ ШПОНА

Лущением называется процесс поперечного резания древесины (см. рис. 6, б) с целью получения шпона (стружки) заданной толщины, при котором траектория резания есть спираль. Очевидно, что длина L плоского лущильного ножа должна несколько превышать длину B чурака (рис. 9), а его лезвие должно быть прямолинейно и расположено параллельно оси вращения чурака.

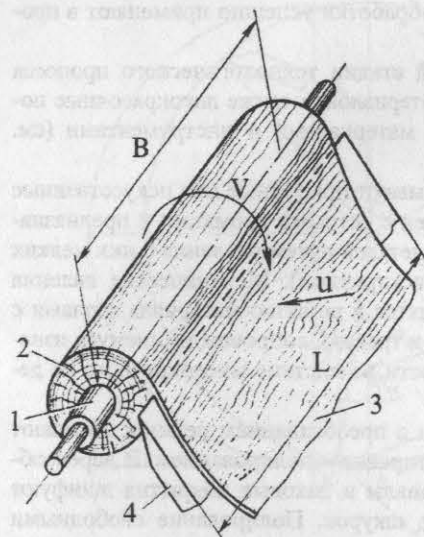


Рис. 9. Схема лущения шпона:
1 — кулачок; 2 — чурак; 3 — шпон; 4 — нож; B — длина чурака; L — длина ножа

На лущильных станках чурак, зажатый с торцов, вращается шпинделями с заданной угловой скоростью. Нож, закрепленный в суппорте, перемещается к оси вращения чурака равномерно со скоростью u , соответствующей угловой скорости вращения чурака. Вращение чурака здесь — движение резания, а перемещение ножа — движение подачи. Траектория движения резания — окружность. Скорость перемещения точки чурака, совпадающей с лезвием ножа, по окружности есть скорость резания v . Она вычисляется по формуле

$$v = \pi Dn, \quad (21)$$

где D — диаметр окружности резания (диаметр чурака в данный момент), м; n — частота вращения чурака, с^{-1} .

Как видно из формулы, скорость резания V не остается одинаковой. Она убывает с уменьшением диаметра чурака по мере лущения от начального значения D_n до конечного D_k (конечный диаметр чурака соответствует диаметру зажимного кулачка). В практике лущения средняя величина v колеблется от 1 до 3 м/с.

Чтобы обеспечить постоянство толщины срезаемого шпона, движение подачи должно быть прямолинейным и равномерным. Таким образом, траектория подачи (перемещение суппорта) — прямая линия, а скорость подачи u — постоянная величина для данной частоты вращения шпинделей. Скорость подачи устанавливается так, чтобы перемещение суппорта за время одного оборота чурака соответствовало заданной толщине шпона. Вычисляют скорость подачи по формуле

$$u = hn, \quad (22)$$

где h — заданная толщина сырого шпона, м; n — частота вращения шпинделей (чурака), с^{-1} .

При лущении оба движения (резания и подачи) одновременны и траектория истинного перемещения лезвия ножа в древесине, получающаяся в результате сложения двух движений, имеет вид спирали Архимеда (рис. 10). Срезанная стружка представляет собой непрерывную ленту, толщина которой равна расстоянию между соседними витками спирали, ширина — длине чурака, а длина тем больше, чем больше начальный диаметр чурака и меньше толщина стружки. В отход при лущении идет центральная часть чурака конечного диаметра D_k — карандаш.

Угол резания δ при лущении выбирают минимальным, чтобы уменьшить разрушения в шпоне от изгиба срезаемой стружки передней гранью ножа. Для этого нужно, чтобы угол заточки β был минимальным, но таким, при котором обеспечивается необходимая жесткость и прочность реза. Задний угол α также должен быть наименьшим, так как $\alpha + \beta = \delta$, но в то же время существенно снижающим трение между задней гранью ножа и поверхностью чурака. Опыт показывает, что наилучшие условия лущения достигаются при $\alpha = 0,5 \dots 1^\circ$ для чураков диаметром 300–100 мм и $\alpha = 2 \dots 3^\circ$ для более толстых.

Особенность кинематики лущения в том, что с уменьшением диаметра чурака по мере лущения положение касательной ST меняется: при расположении лезвия ножа на уровне оси шпинделей угол ϵ увеличивается, а истинный задний угол α уменьшается.

Это следует иметь в виду при установке ножа в суппорте. Для определения угла наклона задней грани ножа к вертикали α_y , к выбранному значению истинного угла прибавляют поправку ϵ :

$$\alpha_y = \alpha + \epsilon. \quad (23)$$

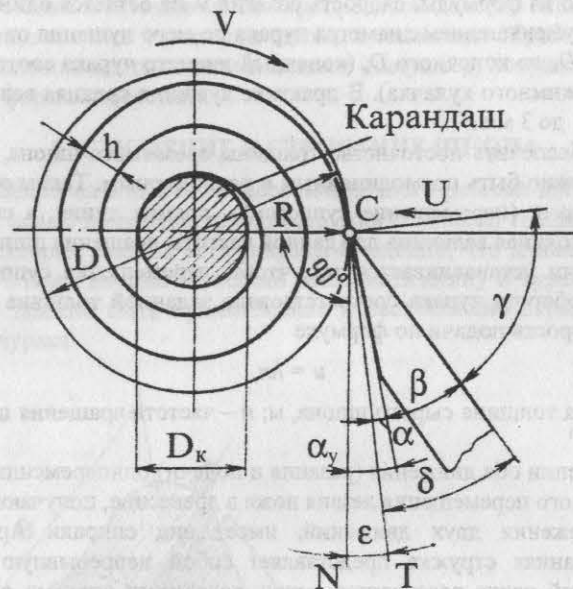


Рис. 10. Истинная траектория резания при лущении и углы ножа: D – диаметр чурака; D_k – диаметр карандаша; h – толщина стружки; N – касательная к окружности; T – касательная к траектории резания

Лезвие ножа выгоднее устанавливать на уровне оси шпинделей. Отклонения при установке лезвия по вертикали допускаются в сторону превышения этого уровня для чураков диаметром 300–100 мм до 1 мм, диаметром более 300 мм до 2 мм. В суппортах лущильных станков с автоматически регулируемым задним углом отклонение лезвия ножа допускается $\pm 0,5$ мм для чураков диаметром 300–100 мм, ± 1 мм для чураков диаметром более 300 мм.

Угол резания δ , равный сумме углов заточки и заднего, при лущении равен 19 – 27° . Кроме ножа рабочим инструментом при лущении служит прижимная линейка. Чем меньше угол δ , тем меньше будет изгибаться стружка передней гранью ножа, меньше будут напряжения растяжения и глубина трещин в стружке.

Повышение температуры и влажности древесины увеличивает ее способность деформироваться под воздействием одного и того же напряжения. Это означает, что одна и та же деформация стружки создаст по плоскости меньшие растягивающие напряжения при резании пропаренной древесины, чем при резании сухой древесины нормальной температуры.

Строгание шпона (см. рис. 6, е). Строганием называется процесс поперечного резания древесины с целью получения листового шпона, при котором траекторией резания является прямая линия. В существующих конструкциях шпонострогальных станков используют две схемы строгания – вертикальную и горизонтальную (рис. 11).

В горизонтальной схеме (рис. 11, а) движение резания сообщается ноже 1 и происходит в горизонтальной плоскости. Во время резания кряж 2 остается неподвижным, а в конце холостого хода ножевого суппорта подается вертикально вверх на заданную толщину шпона. При вертикальной схеме строгания (рис. 11, б) древесный кряж 2 (брус или ванчес) совершает прямолинейное возвратно-поступательное перемещение в вертикальной плоскости, в то время как нож 1 остается неподвижным. Подача ножа на толщину шпона происходит в конце нерабочего (холостого) перемещения кряжа вверх.

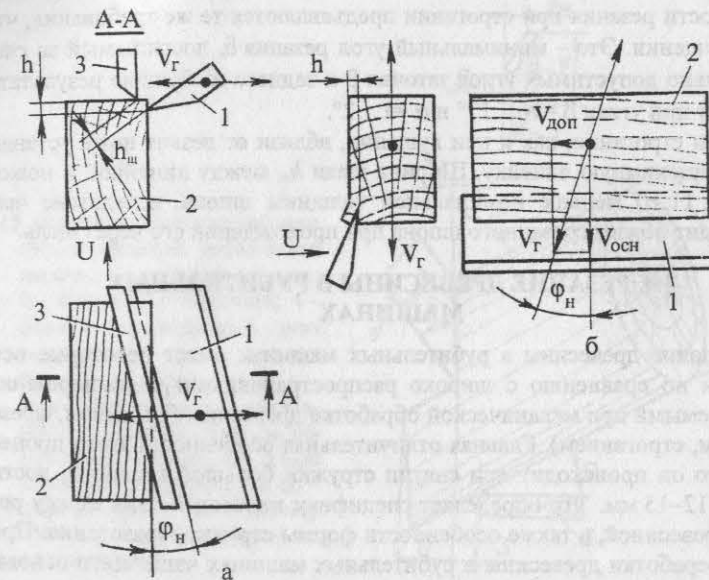


Рис. 11. Схемы строгания шпона: а – горизонтальная; б – вертикальная; 1 – нож; 2 – кряж; 3 – прижимная линейка

По горизонтальной схеме резание ведется с наклоном ножа к оси кряжа и, таким образом, к направлению волокон под углом $\varphi_n = 10 \dots 12^\circ$. Это позволяет уменьшить усилие на ноже при входе в кряж. Кроме того, при наклонной установке ножа в каждый момент резания он соприкасается со многими пучками волокон, сила резания распределяется между ними и поэтому уменьшается опасность выдиранья волокон, слабосвязанных в

поперечном направлении. Наклон ножа обеспечивает получение более гладкой поверхности шпона.

При вертикальной схеме кряж устанавливают без наклона по отношению к лезвию ножа, но эффект снижения усилий резания и повышения качества шпона достигается перемещением кряжа в направлении v (по наклонным направляющим). Это движение можно представить как сумму двух движений: главного – по нормали к лезвию ножа со скоростью v и дополнительного – вдоль лезвия со скоростью $v_{\text{доп}}$.

Кряж на толщину шпона подается толчками в конце холостого хода суппорта. Подача может задаваться в пределах 0,05–10 мм. Стружка при строгании получается в виде отдельных листов определенного формата и одинаковой толщины. Размеры стружки по длине и ширине определяются размерами и формой строгаемого кряжа.

К угловым характеристикам заточки и установки ножа относительно поверхности резания при строгании предъявляются те же требования, что и при лущении. Это – минимальный угол резания δ , достигаемый за счет минимально допустимых углов заточки β и заднего α . Лучшие результаты получают при углах $\beta = 16 \dots 17^\circ$ и $\alpha = 1 \dots 2^\circ$.

При строгании, как и при лущении, вблизи от лезвия ножа устанавливают прижимную линейку. Ширина щели $h_{\text{щ}}$ между линейкой и ножом (см. рис. 11, а) меньше номинальной толщины шпона, вследствие чего происходит обжим срезанного шпона при прохождении его через щель.

§ 4. РЕЗАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ В РУБИТЕЛЬНЫХ МАШИНАХ

Резание древесины в рубительных машинах имеет некоторые особенности по сравнению с широко распространенными видами резания, применяемыми при механической обработке древесины (пилением, фрезерованием, строганием). Главная отличительная особенность этого процесса та, что он происходит при снятии стружки большой толщины, достигающей 12–15 мм. Это определяет специфику взаимодействия между резцом и древесиной, а также особенности формы стружкообразования. Процесс переработки древесины в рубительных машинах чаще всего основан на принципе продольно-торцового или более сложного продольно-поперечного резания.

Бревно относительно диска с ножами наклонено под углом α_1 (в вертикальной плоскости) и под углом α_2 (в горизонтальной плоскости). Поверхность контакта бревна с диском имеет форму эллипса и называется эллипсом резания. По этой поверхности перемещаются режущие кромки ножей. В процессе внедрения режущего ножа в древесину постепенно вырастают напряжения. Напряженное состояние срезаемого слоя древесины характеризуется касательными и нормальными напряжениями в плоскости параллельной волокнам, а также напряжениями в зоне контакта передней

грани ножа с древесиной. Напряжения, возникающие в плоскости параллельной волокнам, необходимо рассматривать в первую очередь, так как предел прочности древесины при внедрении ножа будет достигнут именно здесь вследствие слабых связей между волокнами. Напряженное состояние древесины в зоне контакта ее с передней гранью ножа характеризуется напряжениями смятия.

По мере продвижения ножа какое-либо из напряжений достигает своего предела и наступает разрушение древесины в сечении, где этот предел наступил. Наиболее опасное сечение – плоскость параллельная волокнам древесины. В результате разрушения древесины в этой плоскости происходит отделение элементов щепы. Длина их определяется кинематическими параметрами рубительной машины и практически не зависит от геометрии ножа и свойств древесины.

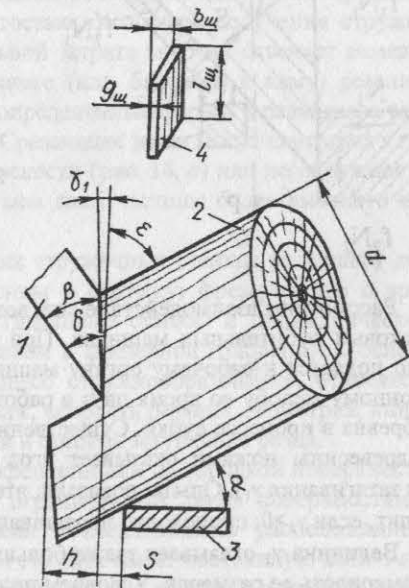


Рис. 12. Основные элементы рабочего органа дисковой рубительной машины: 1 – подвижный нож; 2 – бревно; 3 – контрнож; 4 – щепка; ϵ – угол встречи; δ – угол резания; α – угол наклона бревна к плоскости диска; γ_1 – угол затягивания; h – расстояние от плоскости диска до режущей кромки ножа; $l_{\text{щ}}$ – длина щепы; $g_{\text{щ}}$ – толщина щепы; $b_{\text{щ}}$ – ширина щепы; d – диаметр бревна; S – зазор между ножом и контрножом

Основные элементы, участвующие в процессе измельчения древесины, – нож 1 и контрнож 3, образующие между собой зазор S (рис. 12). Расстояние от плоскости диска до режущей кромки, или выступ ножа h определяет длину щепы при рубке:

$$l_{\text{щ}} = h / (\cos \alpha_1 \cos \alpha_2) = h / \cos \alpha. \quad (24)$$

Толщина щепы и ее ширина зависят от ряда факторов, связанных с физико-механическими свойствами древесины и параметрами режущего аппарата.

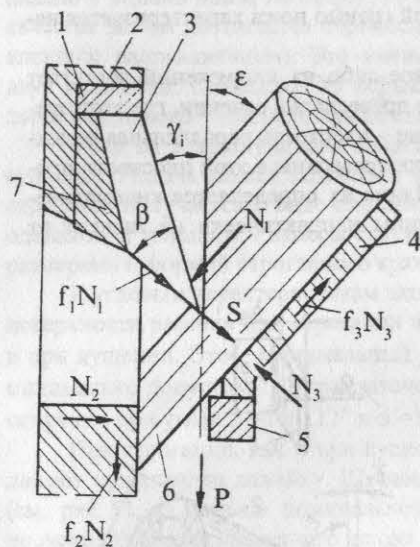


Рис. 13. Принципиальная схема рабочего органа дисковой рубильной машины

Рассмотрим взаимодействие сил, возникающих при рубке древесины в дисковых рубильных машинах. При рубке древесины бревно непрерывно подается к рабочему органу машины как за счет перемещения по наклонному желобу во время пауз в работе ножей, так и за счет затягивания бревна в процессе рубки. Существенное влияние на процесс затягивания древесины ножами оказывает угол отклонения плоскости резания (угол затягивания γ_i). опыты показали, что если $\gamma_i = 0$, затягивания не происходит, если $\gamma_i > 0$, происходит наращивание затягивающих сил.

Величина γ_i оказывает также большое влияние на длину щепы и на равномерность ее размеров. Условием получения щепы одинаковой длины является переменное значение угла γ_i вдоль режущей кромки ножа. Его значение должно уменьшаться в направлении от середины диска к его периферии. Это привело к созданию рубильных машин с геликоидальной поверхностью диска и с такой же заточкой ножей. На выпуск щепы однородной фракции влияет и ряд других факторов: положение загрузочного патрона, ширина кожуха, скорость рубки и др.

На рис. 13 дана принципиальная схема рабочего органа дисковой рубильной машины и взаимодействие сил в процессе рубки древесины. На вращающемся диске 2 с помощью подкладок 1 и 7 установлен нож 3. Дре-

весина перемещается по желобу 4, который заканчивается контрножом 5. Нож 3 отделяет щепу 6 от древесины. Перерезание волокон древесины осуществляется силой S , направленной перпендикулярно волокнам. Нормальная сила N_1 , с которой поверхность лезвия ножа действует на щепу, вызывает ее скалывание. На поверхности лезвия ножа существует сила трения $T = f_1 N_1$. Диск рубильной машины действует на бревно силой N_2 , а также силой трения $f_2 N_2$. Реакции питающего желоба и контрножа вызывают нормальную реакцию N_3 и силу трения T_3 , которая во время перемещения древесины достигает величины $T_3 = f_3 N_3$.

§ 5. ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ РЕЗАНИЕМ

В производстве ДСтП применяются специальные стружки, которые получаются при измельчении древесины на стружечных станках (рис. 6, д). При измельчении древесины необходимо обеспечить получение стружек с заданными размерами и шероховатостью. Условием получения стружек наилучшего качества при минимальной затрате энергии отвечает измельчение древесины методом поперечного (или близкого к нему) резания. Древесные частицы должны иметь определенные формы и размеры, а также гладкую и ровную поверхность. Срезающие ножи могут двигаться в горизонтальной или вертикальной плоскости (рис. 14, а) или по окружности (рис. 14, б). Дисковые режущие органы дают частицы более высокого качества, чем другие типы.

В существующих конструкциях стружечных станков различают два вида процесса измельчения древесины в стружку: фрезерование с вращающимися ножами в плоскости (дисковые станки) и цилиндрическое фрезерование (станки с ножевым валом и фрезерной головкой). К основным факторам, влияющим на процесс стружкообразования, относятся: свойства древесины, толщина стружек, скорость резания, геометрия, кинематика взаимодействия с древесиной и степень затупления реза.

При фрезеровании ножами, укрепленными на торцевой поверхности диска, снимается слой древесины, ограниченный двумя поверхностями, образованными режущими кромками последовательно расположенных ножей. Толщина срезаемых при этом стружек имеет постоянную величину.

Древесина измельчается фрезерованием на станках с режущим инструментом в виде ножевого вала или фрезерной головки. Процесс фрезерования происходит при равномерном вращении режущего инструмента и равномерной подаче измельчаемой древесины на режущий инструмент (рис. 15). Скорость подачи определяется величиной подачи на нож u_z по формуле

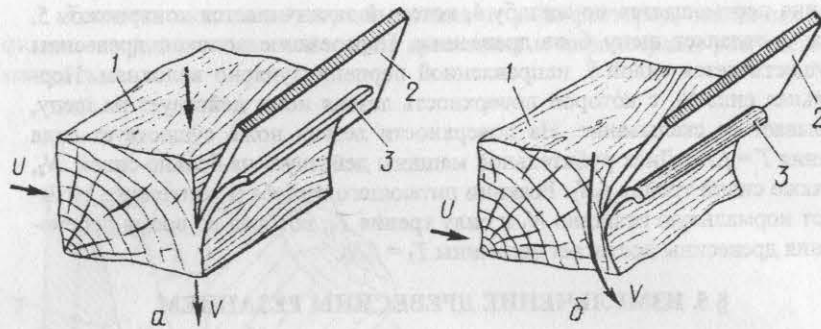


Рис. 14. Схема резания древесины: а – на дисковых станках; б – на станках с ножевым валом; 1 – древесина; 2 – нож; 3 – стружка

$$u_n = u_z z, \quad (25)$$

где z – число ножей, шт.

Подачу на нож определяют по уравнению

$$u_z = u/(nz), \quad (26)$$

где n – частота вращения режущего инструмента, c^{-1} .

Толщина стружек при цилиндрическом фрезеровании имеет переменную величину и в любой точке, дуги контакта ножа с древесиной определяется по формуле

$$h = u_z \sin \varphi, \quad (27)$$

где φ – угол поворота ножа на дуге резания, град.

В начале и конце дуги контакта ножа с древесиной стружки имеют минимальную толщину h_{\min} , определяемую выражением $h_{\min} = u_z \sin \varphi_{\text{вх}}$ или $h_{\min} = u_z \sin \varphi_{\text{вых}}$. Наибольшая толщина стружек h_{\max} получается при $\varphi = 90^\circ$, если $h_{\max} = u_z$.

Особенности процесса измельчения древесины фрезерованием приводят к рассеиванию толщины стружек. В процессе стружкообразования фрезерованием необходимо учитывать влияние кинематических параметров (например, угла расположения режущей кромки ножа по отношению к оси вращения и угла наклона ножа к волокнам), которые оказывают существенное влияние на процесс резания. Наилучшие условия резания обеспечиваются при подаче древесины волокнами параллельно оси вращения режущего инструмента и при резании в плоскости волокон ($\varphi_n = 0$). При этом необходимо, чтобы угол между волокнами древесины и лезвием ножа φ_n был меньше 0 . Если угол $\varphi_n = 0$, лезвия ножа контактируют с древесиной

одновременно по всей длине. При этом волокна легко вырываются, так как связь между ними слабее прочности самих волокон. Вследствие этого стружка отрывается и качество ее ухудшается.

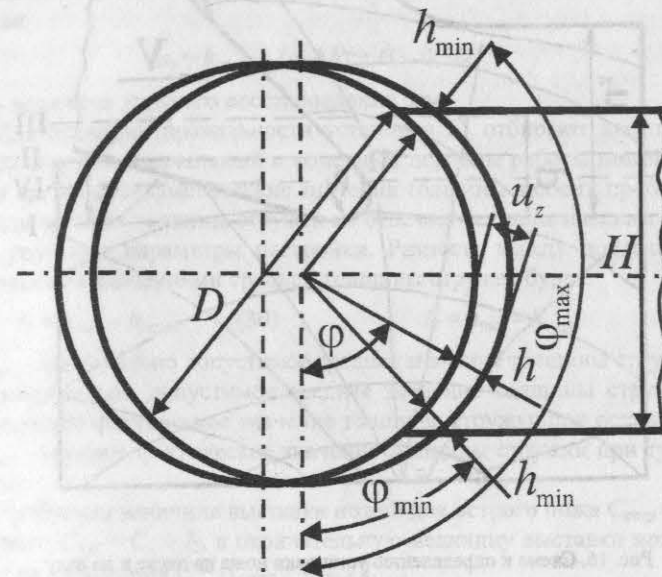


Рис. 15. Схема получения стружки на станках с ножевым валом

Толщина срезаемого слоя древесины при измельчении ее на стружечных станках и получаемых стружек определяется величиной выпуска лезвия ножа, соответствующей величине подачи на нож, и деформациями, возникающими в древесине при ее взаимодействии с режущими и базирующими элементами станка.

При внедрении реза в древесину (рис. 16) лезвие, благодаря радиусу затупления, отклоняет частицы древесины, лежащие выше уровня IV–IV передней точки лезвия реза n . При внедрении реза древесина разрушается на уровне III–III. Слой древесины выше этого уровня идет в стружку. Нижележащий слой высотой d поднимается до уровня I–I под лезвие реза, образуя перед ним опережающую волну, которая обтекает его и затем упруго восстанавливается на величину Δ (уровень II–II). Таким образом, рассматривая взаимодействие древесины с режущими элементами станка, необходимо учитывать высоту слоя разрушаемой древесины d , упругое восстановление Δ и поперечное расширение стружки Δh .

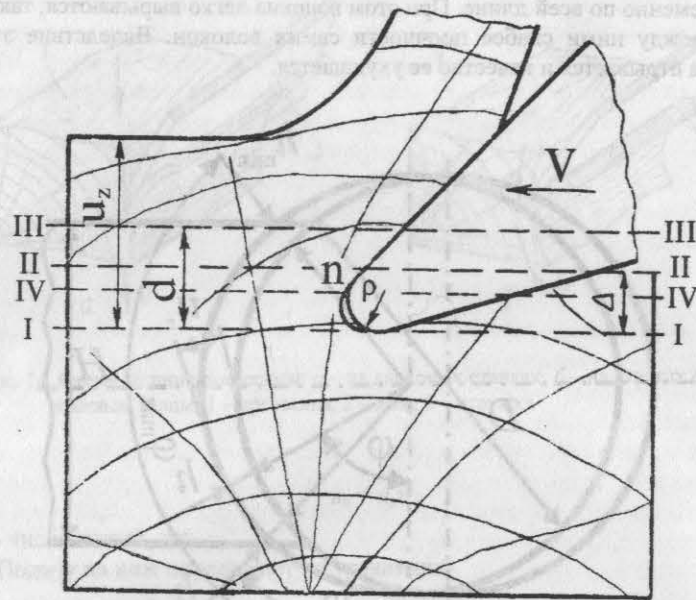


Рис. 16. Схема к определению установки ножа на диске и на валу

На формирование толщины стружки влияет также взаимодействие древесины с базирующими элементами станка. Древесина на скользящей базе (на диске или валу) обжимается за счет упругих S_u и пластических P деформаций. Величина упругого восстановления Δ возрастает по мере затупления режущего ножа.

Рассматривая взаимодействие древесины с базирующими элементами, следует учитывать величину подачи на нож u_z , обжим на скользящей базе S , упругую деформацию древесины после обжима на скользящей базе S_u и пластическую деформацию древесины при отжиме на скользящей базе P . В процессе затупления ножей толщина стружек уменьшается, поэтому станки необходимо настраивать так, чтобы при острых ножах средняя толщина не превышала максимально допустимую, а при тупых не выходила за пределы минимально допустимой.

При настройке стружечных станков на получение стружек заданной толщины устанавливают предварительную величину выставки режущих ножей

$$C_1 = h_{cp} + (d - \Delta h) - S + P + 0,5D, \quad (28)$$

где h_{cp} – средняя толщина стружки в соответствии с технологическими требованиями, мм; D – биение ножевого вала или диска (радиальное для вала и торцевое для диска), мм.

Затем определяют предварительную величину подачи на нож по формуле

$$u_z = h_{cp} - \Delta (d - \Delta h) + P - 0,5D, \quad (29)$$

где Δ – величина упругого восстановления, мм.

Для проверки правильности установки C_1 отбирают две пробы по 100–200 стружек в начальный и конечный периоды работы ножей и определяют средние арифметические значения толщины в обеих пробах $h_{остр}$ и $h_{туп}$. Если средняя толщина стружек не отвечает технологическим требованиям, уточняют параметры настройки. Разность между предельными и фактическими значениями средней толщины стружек будет:

$$l_1 = h_{max} - h_{остр}; \quad (30) \quad l_2 = h_{min} - h_{туп}, \quad (31)$$

где h_{max} – максимально допустимое среднее значение толщины стружки, мм; h_{min} – минимально допустимое среднее значение толщины стружки, мм; $h_{остр}$ – среднее фактическое значение толщины стружки при острых ножах, мм; $h_{туп}$ – среднее фактическое значение толщины стружки при тупых ножах, мм.

Требуемая величина выставки ножей для острого ножа $C_{остр} = C_1 + l_1$, для тупого $C_{туп} = C_1 + l_2$, а окончательную величину выставки ножа определяют из выражения $C = (C_{остр} + C_{туп})/2$.

При фрезеровании с вращающимися ножами увеличение скорости резания с 16,8 до 57,6 м/с не оказывает влияния на процесс стружкообразования и качество стружки. Значительно улучшается качество поверхности стружки при цилиндрическом фрезеровании с увеличением скорости резания с 0,75 до 33,5 м/с. Количество мелких древесных частиц с повышением скорости резания увеличивается. С повышением скорости резания под влиянием центробежных сил стружки разбиваются о стенки стружкоприемника на мелкие частицы. Об этом свидетельствует также уменьшение ширины стружки при увеличении скорости резания. Увеличение угла резания с 35 до 55° вызывает ухудшение шероховатости поверхности, изменчивость толщины и количество мелочи. Вместе с тем с увеличением угла резания глубина трещин уменьшается и расстояние между ними увеличивается. При углах резания древесины более 43° стружки получают с несистематическими трещинами.

Установлено, что по мере затупления ножей толщина срезаемых стружек уменьшается. Это объясняется увеличением высоты подминаемого ножом слоя при увеличении радиуса затупления лезвия ножа ρ . Качество получаемых стружек с нарастанием затупления ножа ухудшается. Нормальная сила резания с увеличением затупления ножа растет в сторону от-

жима вследствие увеличения контакта задней грани резца с древесиной. Наиболее интенсивному износу в процессе резания подвергается задняя грань резца. При измельчении сухой древесины получают стружки низкого качества с большим процентом мелкой фракции. Влажность измельченной древесины влияет на характер процесса стружкообразования в большей степени, чем температура. Влажность древесины при изготовлении стружек должна быть выше точки насыщения волокна. При влажности менее 20 % возрастает усилие резания и снижается качество стружек (увеличиваются число трещин, кривизна, шероховатость и количество мелочи).

Установка ножей в ножовом вале показана на рис. 17. Крепление ножа в пазе вала предусматривает невозможность вылета ножа из паза, но, с другой стороны, дает возможность быстрой замены ножа при неподвижном вале. Нож крепится за счет центробежных сил, возникающих при вращении вала и стремящихся выбросить нож из паза. Однако клин 1 испытывает те же силы и не только препятствует выбросу ножа, но и за счет этих сил удерживает нож 3 в пазу. Держатель 2 и стопорная планка 4 создают дополнительные удерживающие силы. При неподвижном вале нажатием на клин сжимают пружину 5 и извлекают нож из паза. После снятия усилия пружина возвращает клин в исходное положение.

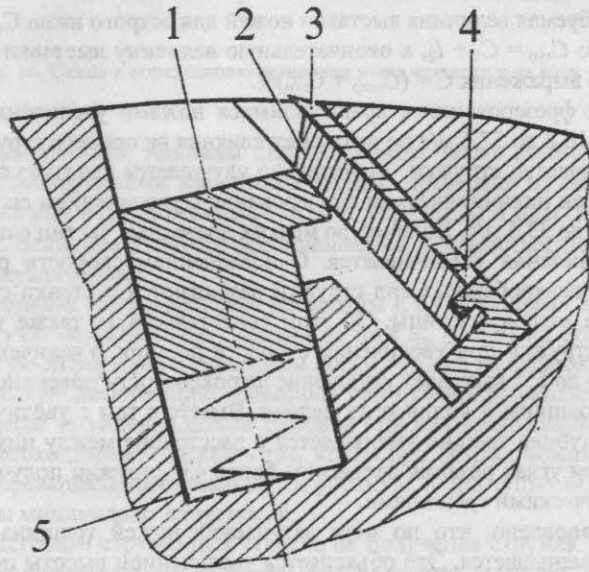


Рис. 17. Схема крепления ножа в ножовом вале

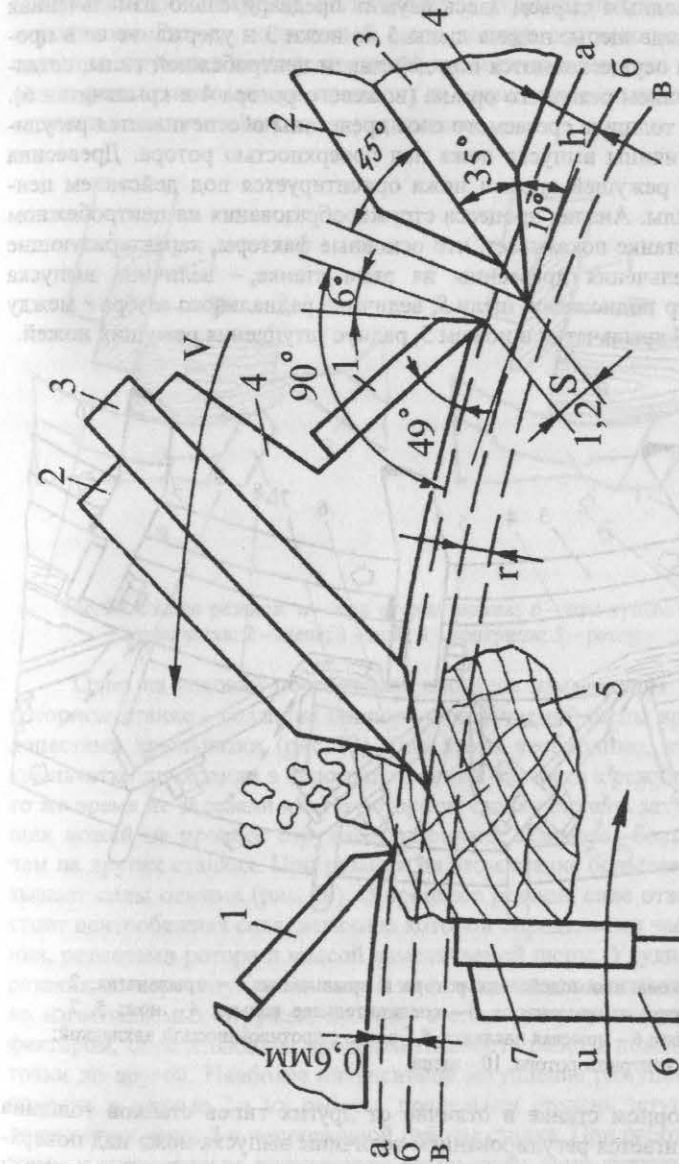


Рис. 18. Процесс стружкообразования в роторном стружечном станке: 1 - контрнож ротора; 2 - ножовая накладка; 3 - нож; 4 - ротор; 5 - щепа; 6 - крыльчатка; 7 - контрнож крыльчатки; а-а' - траектория кромки контрножа ротора; б-б' - траектория режущей кромки ножа; в-в' - траектория кромки контрножа крыльчатки

Кинематика процесса измельчения древесины на роторном стружечном станке отличается от таковой на других типах стружечных станков (рис. 18). Исходным сырьем здесь служит предварительно измельченная древесина в виде щепы: подача щепы 5 на ножи 3 и удержание ее в процессе резания осуществляются под действием центробежной силы, создаваемой вращением режущего органа (ножевого ротора 4 и крыльчатки 6). Необходимая толщина срезаемого слоя древесины обеспечивается регулированием величины выпуска ножа над поверхностью ротора. Древесина относительно режущей кромки ножа ориентируется под действием центробежной силы. Анализ процесса стружкообразования на центробежном стружечном станке показывает, что основные факторы, характеризующие процесс измельчения древесины на этом станке, — величина выпуска ножа h , размер подножевой щели S , величина радиального зазора r между контрножом 7 крыльчатки и ножом 5, радиус затупления режущих ножей.

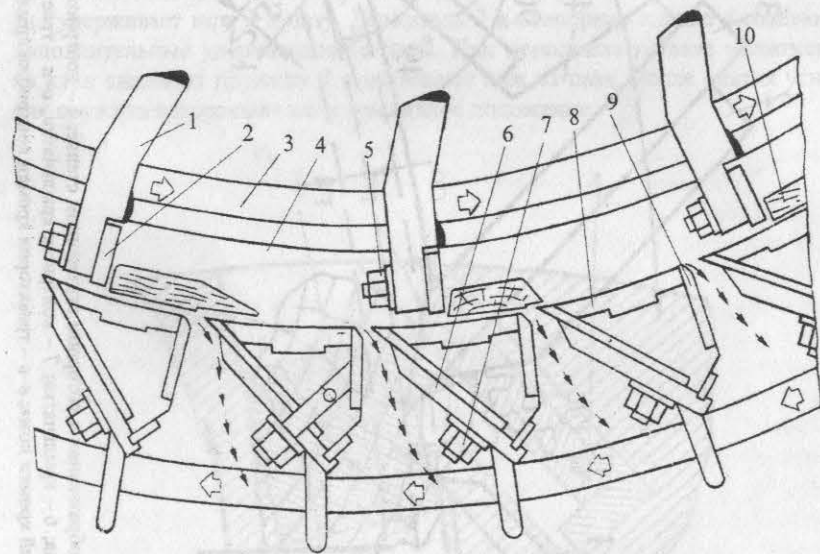


Рис. 19. Схема взаимодействия ротора и крыльчатки: 1 — крыльчатка; 2 — контрнож крыльчатки; 3 — соединительное кольцо; 4 — нож; 5, 7 — гайки; 6 — ножевая накладка; 8 — ротор с противозносной накладкой; 9 — контрнож ротора; 10 — щепа

На роторном станке в отличие от других типов станков толщина стружек достигается регулированием величины выпуска ножа над поверхностью сегмента ножевого ротора. При этом на равномерность толщины изготовляемых стружек влияют отклонение в величине выпуска ножей,

размер подножевой щели, величина упругой деформации древесины. С возрастанием величины выпуска ножей средняя толщина стружек растет, разброс толщины стружек увеличивается, стружки получаются менее однородными. Размер подножевой щели должен соответствовать заданной толщине стружек и соответствующей им величине выпуска ножей. Увеличение радиального зазора приводит к возрастанию толщины и ширины стружки и незначительному ее удлинению.

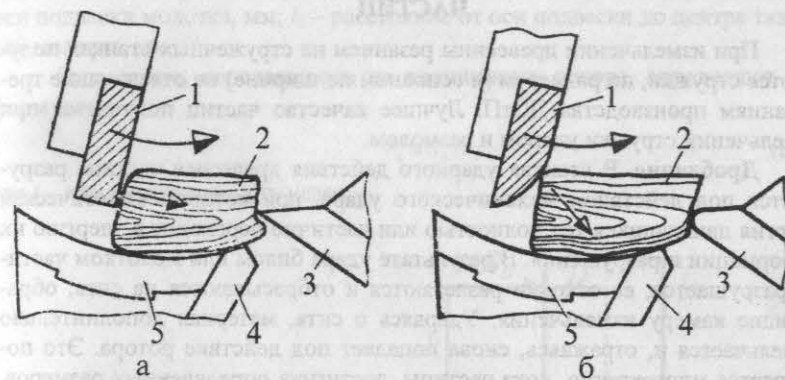


Рис. 20. Схемы резания: а — при острых ножах; б — при тупых ножах; 1 — крыльчатка; 2 — щепа; 3 — нож; 4 — контрнож; 5 — ротор

Одно из условий обеспечения процесса измельчения древесины на роторном станке — создание подпора измельчаемой щепы вращающимися лопастями крыльчатки (рис. 19). Для этого необходимо, чтобы лопасти крыльчатки проходили в непосредственной близости к режущим ножам и в то же время не задевали их. На роторном станке степень затупления режущих ножей на процесс стружкообразования оказывает большее влияние, чем на других станках. При резании на этом станке большее влияние оказывают силы отжима (рис. 20). В процессе резания противостоит центробежная сила, величина которой определяется частотой вращения, размерами ротора и массой измельчаемой щепы. Ухудшение условия резания по мере затупления ножей на станке влияет в основном на качество изготовляемых стружек, поэтому степень затупления ножей является фактором, определяющим продолжительность работы ножей от одной заточки до другой. Наиболее интенсивное затупление режущих ножей происходит в первые 2 ч их работы, предельная степень затупления ножей достигается через 3 ч непрерывной работы станка. При работе тупыми ножами и изношенным контрножом крыльчатки щепа опрокидывается вокруг кромки ножа и нож вынужден не срезать, а скалывать частицы щепы.

Глава 3

ПРОЦЕССЫ СТАНОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЕМ И РАЗМОЛОМ, ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ РАЗМЕРЫ ДРЕВЕСНЫХ ЧАСТИЦ

§ 1. ВТОРИЧНОЕ ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ ДРЕВЕСНЫХ ЧАСТИЦ

При измельчении древесины резанием на стружечных станках получают стружки, по размерам (в основном по ширине) не отвечающие требованиям производства ДСтП. Лучшее качество частиц получается при измельчении стружки ударом и размолом.

Дробление. В станках ударного действия древесная частица разрушается под действием механического удара, при котором кинетическая энергия движущихся тел полностью или частично переходит в энергию их деформации и разрушения. В результате удара билом или молотком частица разрушается, ее осколки разлетаются и отбрасываются на сита, образующие камеру измельчения. Ударяясь о сита, материал дополнительно измельчается и, отражаясь, снова попадает под действие ротора. Это повторяется многократно, пока частицы, достигнув определенных размеров, не выйдут сквозь сита на разгрузку.

В некоторых случаях материал, получив удар, начинает вращаться вокруг своего центра тяжести со скоростью, близкой к скорости рабочего органа дробилки, и разрушается, так как при этом от действия центробежных сил в куске материала возникает напряжение, которое превышает предел прочности при растяжении древесины поперек волокон.

Удар по куску дробимого материала в станках ударного действия в природе соударяемых тел занимает промежуточное положение между упругим и неупругим ударом.

Отклонение молотка, т. е. угол поворота его после удара по куску дробимого материала, определяется массой и размером молотка. Если после удара молотки будут отскакивать от дробимого материала, передавая удар на диски ротора, это нарушит работу дробилки и ускорит износ молотков. Допустимый угол поворота может быть принят 0,8–0,9 % максимально возможного угла поворота. Угол поворота молотка при ударе по максимальному куску определяется в зависимости от изменения скорости молотка до и после удара.

Молотки при ударе совершают сложное движение (рис. 21) с линейной скоростью центра тяжести C и угловой скоростью вокруг центра тяжести. По теореме импульсов

$$m_0(v_1 - v_2) = S_B - S_D, \quad (32)$$

где m_0 – масса молотка, кг; v_1, v_2 – скорость центра тяжести молотка, соответственно после и до удара, м/с; S_B – импульс удара в точке B , Н/с; S_D – импульс удара в точке D , Н/с. Скорость центра тяжести молотка, м/с, до удара

$$v_0 = 2\pi(R + l_1)n, \quad (33)$$

где n – частота вращения ротора, c^{-1} ; R – расстояние от оси вращения до оси подвески молотка, мм; l_1 – расстояние от оси подвески до центра тяжести молотка, мм.

Силу удара, передаваемую на подшипники ротора, определяют по формуле

$$P_B = S_B/t, \quad (34)$$

где t – продолжительность удара.

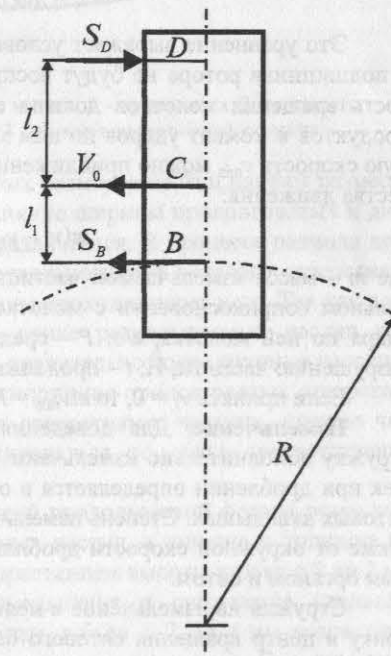


Рис. 21. Схема сил, действующих на молоток при соударении его с древесной частицей

Рассмотрим условие, при котором сила удара воспринимаемая подшипниками ротора, равна нулю, т. е. когда $P_B=0$. Принимая во внимание, что скорость центра тяжести молотка относительно оси подвеса в начале удара равна нулю, на основании теоремы об изменении количества движения центра масс получим

$$S_B + S_D = m_0 u_0, \quad (35)$$

где $u = l_1 \omega$ – линейная скорость центра тяжести молотка в конце удара относительно оси подвеса; ω – угловая скорость молотка в конце удара относительно оси подвеса.

Чтобы ось подвеса не испытывала ударного импульса, полагаем $S_B = 0$, тогда

$$S_D = m_0 u, \quad (36)$$

или

$$S_D = m_0 \frac{S_D (l_1 + l_2)}{I_z} l_1, \quad (37)$$

где I_z – момент инерции молотка относительно оси подвеса.

Преобразуя последнее уравнение, получим

$$I_z = m_0 (l_1^2 + l_1 l_2). \quad (38)$$

Это уравнение выражает условие, при котором оси подвеса молотка и подшипника ротора не будут воспринимать силу удара. Окружная скорость вращения молотков должна обеспечивать первичное разрушение продуктов в момент ударов по ним молотков. Эту минимально необходимую скорость v_{\min} можно приближенно определить, исходя из закона количества движения:

$$m(v_2 - v_1) = Pt, \quad (39)$$

где m – масса измельчаемой частицы, кг; v_1 – скорость частицы при начальном соприкосновении с молотком, м/с; v_2 – скорость частицы после удара по ней молотка, м/с; P – средняя мгновенная сила сопротивления разрушению частицы, Н; t – продолжительность удара, с.

Если принять $v_1 = 0$, то $mv_{\min} = Pt$, откуда $v_{\min} = Pt/m$.

Измельчение. Для доведения до заданного размера по ширине стружку дополнительно измельчают в специальных станках. Размер стружек при дроблении определяется в основном размером и формой ячеек в ситовых вкладышах. Степень измельчения стружек при дроблении зависит также от окружной скорости дробильного органа, зазора между дробильным органом и ситом.

Стружки на измельчение в мельницу поступают через приемную воронку в центр вращения ситового барабана, а крыльчатка при вращении увлекает и отбрасывает их к внутренней поверхности барабана. Под действием центробежной силы стружки прижимаются к зубчатым сегментам и ситам. Измельчаются стружки между лопастями крыльчатки 1, зубчатыми сегментами 2 и ситовыми вкладышами 3 (рис. 22). После измельчения частицы проходят через отверстия 4 сита и удаляются из мельницы через окно в ее основании. Необходимая степень измельчения стружек достигается

подбором размера отверстий в ситовых вкладышах, а также профилей и размеров рифлений в зубчатых сегментах барабана.

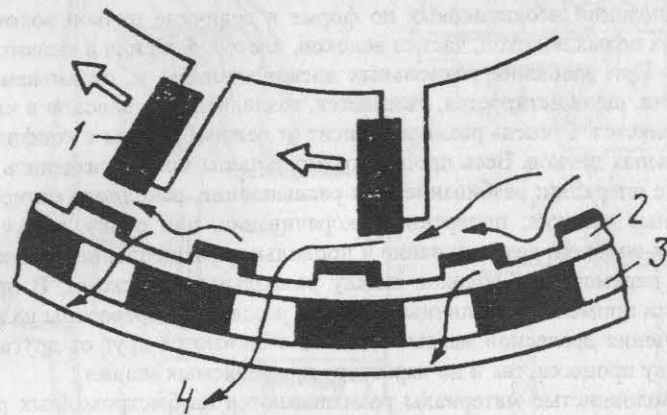


Рис. 22. Схема измельчения древесных частиц: 1 – крыльчатка; 2 – сегменты размола; 3 – ситовый вкладыш; 4 – выход кондиционной стружки

На формирование геометрических размеров частиц влияют размер и форма ситовых отверстий, причем влияние ширины продолговатых и диаметра круглых отверстий несколько различается. В процессе размола древесные частицы ориентируются параллельно длине ситового отверстия и при достижении определенной толщины проходят через него. Так как длина продолговатых отверстий равна длине размалываемых частиц или больше ее, в них способны проходить значительно более крупные частицы, чем в круглые, диаметр которых равен ширине продолговатых отверстий. Если применяются сита с круглыми отверстиями, частица, прежде чем пройти в отверстие, должна сформироваться по длине соответственно диаметру отверстия.

С увеличением ширины отверстий продолговатой формы резко возрастает длина и толщина пропускаемых частиц, а ширина и толщина их увеличиваются в большей мере. С возрастанием высоты зубьев с 0 до 2 мм повышается производительность измельчения и снижаются удельные энергозатраты. При увеличении высоты зубьев с 2 до 4 мм возрастают удельные энергозатраты и снижается производительность. Это связано с тем, что с увеличением высоты зубьев уменьшается расстояние между ними и рабочими пластинами крыльчатки, измельчаемый материал значительно перерезается, происходит торможение крыльчатки, вследствие чего частицы укорачиваются, повышаются удельные энергозатраты и снижается производительность процесса.

§ 2. РАЗМОЛ ДРЕВЕСНЫХ ЧАСТИЦ

Основная задача процесса размола – возможно более полное разделение древесины на отдельные волокна. Всякая волокнистая масса состоит из композиции неодинаковых по форме и величине пучков волокон, отдельных целых волокон, частиц волокон, клеток, фибрилл и мелких частиц клеток. При вращении размольных дисков машины, и, оказываемом ими давлении, щепка истирается, сжимается, разделяется на волокна и частично расщепляется. Степень размола зависит от режима работы и конфигурации размольных дисков. Весь процесс размола щепы можно разделить на следующие операции: разбивание, или расщепление, исходного материала на отдельные волокна; поперечное укорачивание, или рубку, пучков и отдельных волокон; раздавливание и продольное расщепление на мелкие волокна; перемещение волокон между размольными дисками. В промышленности применяют различные способы разделения древесины на волокна и получения древесной массы. Способы отличаются друг от друга как по существу процесса, так и по характеру применяемых машин.

Волокнистые материалы размалываются на быстроходных рафинерах, в автоклавах с высоким давлением и резким перепадом пара (пушка Мэсона), в рафинерах или дефибраторах. Действие всех этих машин, конструктивно отличающихся друг от друга, основано на подогревании и пропаривании щепы и последующем расщеплении ее на волокна между размольными вращающимися поверхностями (дисками), имеющими рифление. Размол может осуществляться одним из приведенных ниже методов.

Метод «Дефибратор» (рис. 23, а). При этом методе щепу одновременно пропаривают и дефибрируют при 170–185 °С. Щепка винтом проталкивается через выпускной патрубок и разделяется на волокна между двумя металлическими дисками, имеющими нарезку (рифление). Один из дисков неподвижен, другой вращается от вала. Расстояние между дисками регулируется.

При дефибрировании важную роль играют следующие факторы: сырье, его размер и влажность; температура и продолжительность пропаривания; зазор между рабочими дисками размольных машин; форма и состояние размольных дисков; требуемая степень помола. В дефибраторе подаваемый в машину пар прогревает древесину, ослабляя связи между волокнами. Кроме того, пар поглощает тепло, возникающее при трении древесины о размольные диски машины, не допуская изменения температуры выше установленного предела.

При размоле сухой щепы температура резко поднимается и начинается термическое разложение древесины. Повышение температуры при дефибрировании не только снижает расход энергии, но и улучшает качество массы. Особенно резко снижается расход энергии на дефибрирование при 170–180 °С.

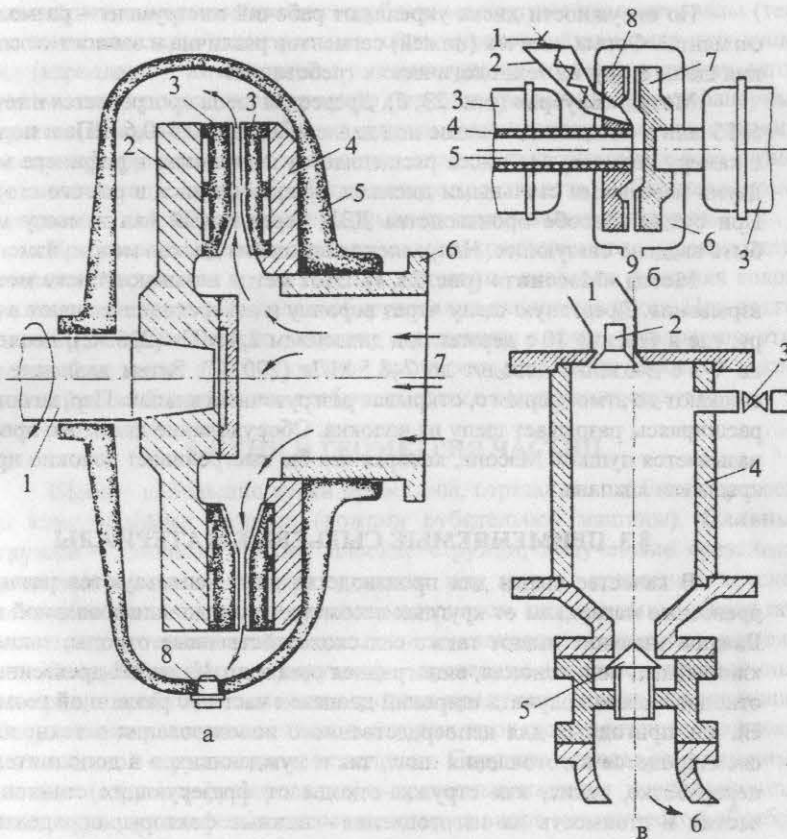


Рис. 23. Способы размола древесины: а – метод «Дефибратор» 1 – вал привода диска; 2 – подвижный диск; 3 – размалывающие сегменты; 4 – неподвижный диск; 5 – корпус станка; 6 – выпускной патрубок; 7 – подача щепы; 8 – пробка выпуска конденсата; б – метод «Бауэра» 1 – винт подачи щепы; 2 – приемная воронка; 3 – электродвигатели; 4 – полый вал; 5 – ввод связующих; 6 – корпус станка; 7, 8 – размалывающие диски; 9 – выпуск массы; в – метод «Мэсонит» 1 – приемная воронка; 2 – загрузочный клапан периодического действия; 3 – паровой вентиль; 4 – корпус установки; 5 – разгрузочный клапан; 6 – выпуск массы

По окружности диска укрепляют рабочий инструмент – размольные сегменты. Форма насечек (ножей) сегментов различна и зависит от состояния щепы и других технологических требований.

Метод «Бауэра» (рис. 23, б). Древесная щепка прогревается в течение 5–15 мин в специальном котле под давлением пара 0,5–0,6 МПа и подается в камеру размола, где масса расщепляется на волокна в рафинере между двумя нарезными стальными дисками, вращающимися в разные стороны. При сухом способе производства ДВП через полый вал в массу может быть введено связующее. Направление вращения дисков можно изменять.

Метод «Мэсонит» (рис. 23, в). Этот метод называют также методом взрывания. Древесную щепу через воронку и отверстие помещают в камеру, где в течение 30 с держат под давлением 2,5 МПа (220 °С), после чего на 4–5 с давление доводят до 7–8,5 МПа (290 °С). Затем давление резко снижают до атмосферного, открывая разгрузочный клапан. Пар, мгновенно расширяясь, разрывает щепу на волокна. Оборудование для этого процесса называется пушкой Мэсона, которая как бы выстреливает волокно при открывании клапана.

§ 3. ПРИМЕНЯЕМЫЕ СЫРЬЕВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

В качестве сырья для производства плит используются различные древесные материалы от круглых лесоматериалов до шлифовальной пыли. Важное значение имеют также сельскохозяйственные отходы, такие, как хлопчатник, лен, конопля, виноградная лоза и др. Из целой древесины или отходов можно получить широкий диапазон частиц с различной геометрией, как пригодных для непосредственного использования в технологическом процессе изготовления плит, так и нуждающихся в дополнительной переработке, таких, как стружка-отходы от фрезерующих станков. Тип частиц и стоимость их изготовления – важные факторы, определяющие способ изготовления, вид станков и экономику производства. Каждый тип частиц, присущая им геометрия и комбинации различных частиц имеют существенное влияние на качество изготавливаемых плит.

Имеются большие возможности широкого варьирования геометрии вырабатываемых частиц в зависимости от вида сырья, применяемого в производстве. Максимальные возможности имеются при переработке круглых, предпочтительно свежесрубленных лесоматериалов. Это позволяет измельчать древесину любым экономически выгодным заводом способом. При использовании отходов от других деревообрабатывающих производств возможности их дальнейшего измельчения по форме и размерам в некоторой степени ограничены.

Однако значительное улучшение геометрии частиц может быть достигнуто при правильном использовании мельниц и стружечных станков.

В настоящее время в производстве плит используют следующие виды сырьевых материалов, перечисленные в порядке возможностей при их

дальнейшем измельчении: свежесрубленные круглые лесоматериалы (технологическое сырье); центральная часть чураков, остающаяся при лущении (карандаши); низкосортные пиломатериалы; горбыли и рейки; отпиленные концы досок (сырые и сухие); отходы при оцилиндровке фанерных чураков (шпон-рванина); обрезки шпона; технологическая щепка; стружка-отходы при фрезеровании древесины; опилки от лесопильных рам; разнообразные отходы деревообрабатывающих производств (мебельного, домостроения и т. д.); обрезки фанеры; пыль от шлифовальных станков.

При использовании отходов сельскохозяйственного производства (хлопчатника, костры и т. п.) нельзя допускать, чтобы их внешняя волокнистая поверхность попадала в оборудование для измельчения. При подготовке массы крайне важно удаление сердцевины и грязи. Сердцевина этих растений не имеет конструктивной прочности и обладает большой поглощающей способностью, что требует высокого содержания связующего.

§ 4. ТИП И ГЕОМЕТРИЯ ЧАСТИЦ

Щепка – небольшие куски древесины, отрезанные от блока древесины клиновидными резцами (ножами рубительной машины). **Сливные стружки** – длинные, тонкие, плоские стружки, полученные срезанием. **Древесное волокно** – гибкие элементы или группы древесных волокон или других целлюлозосодержащих материалов, полученных в результате химического, термомеханического или механического способов разделения. **Плоские частицы (стружка)** – древесные частицы определенных размеров, вырабатываемые как основная продукция специализированного оборудования различных типов, в которых происходит резание с постоянной толщиной стружки поперек волокон. **Стружка-отходы от фрезерных станков** (стружка фрезерования) – древесные частицы неопределенных размеров, получаемые в процессе некоторых видов механической обработки древесины. Они имеют переменную толщину, постоянно увеличивающуюся от одного конца к другому, обычно искривленные. **Игольчатая стружка** – частицы примерно квадратные или прямоугольные в поперечном сечении с длиной по волокнам древесины и примерно в 4 раза больше толщине. **Волокнистая стружка** – относительно длинные (по отношению к толщине и ширине) стружки, состоящие из плоских, длинных пучков волокон, расположенных параллельно поверхности.

Размеры и форма, или геометрия, частиц могут изменяться от древесной щепы или плоских стружек с размерами, равными или превышающими размерами щепу, до мельчайших, таких, как шлифовальная пыль. Геометрия частиц – один из основных факторов, определяющих свойства и характеристики плитных материалов наравне с породой древесины, типом и количеством связующего и других добавок, структурой плиты и условиями прессования.

Геометрия частиц имеет большое влияние на выбор и работу технологического оборудования. Это относится не только к оборудованию, непосредственно занятому в процессе изготовления и сепарирования частиц и определяющему их действительную геометрию, но также почти ко всем другим производственным участкам. Это конвейерное оборудование, сушилки, смесители, формирующие машины и конвейер и даже пресс, в котором размеры частиц влияют на скорость смыкания плит и максимальную величину просвета между плитами. Невозможно проектировать процесс изготовления плит без учета размеров частиц.

Главные факторы, определяющие выбор геометрических характеристик частиц, используемых в процессе производства плит: заданные механические свойства и другие характеристики готовых плит, применяемое сырье и влияние геометрии частиц на общую стоимость производства.

Один из важных связанных с геометрией частиц факторов – влияние шероховатости их поверхности на эффективность применения связующего. Грубая поверхность затрудняет склеивание двух частиц между собой. В этом случае расходуются много клея. При резании древесины нужно стремиться, чтобы поверхности частиц были максимально гладкими и неповрежденными, а поверхностная структура целлюлозных клеток нетронутой.

§ 5. ГЕОМЕТРИЯ СТРУЖЕК-ОТХОДОВ, ОПИЛОК И ВОЛОКНА

Отходы деревообработки в виде опилок, особенно сырых, также можно использовать в производстве плит. Сырые опилки по размерам обычно намного больше, чем сухие. Для ДВП этот вид сырья, будучи обработанным в рафинаторах, обеспечивает соответствующее волокно. Обычно крупные опилки состоят из нескольких мелких. Когда эти частицы разбивают на части, их можно, как правило, эффективно использовать в производстве ДСтП.

Древесные волокна производятся обычно в мельницах вторичного измельчения и рафинаторах. Природа получаемых частиц в значительной степени определяется природой и состоянием самого сырья, его влажностью, типом размалывающих дисков, зазором между ними, размером машины, тем, пропарено оно или нет перед измельчением, и многими другими переменными факторами процесса. Древесное волокно обычно намного тоньше, чем частицы, получаемые другими средствами, и при использовании в ДСтП, как правило, применяется в поверхностных слоях многослойных или трехслойных плит. Однако волокно в настоящее время все шире используется и в других видах плит. В производстве ДВП волокно, естественно, доминирующий тип частиц в широком диапазоне размеров от относительно больших до очень мелких.

Раздел III КОНСТРУКЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ

Глава 1 ОКОРКА И РАСПИЛОВКА ДРЕВЕСИНЫ

§ 1. НАЗНАЧЕНИЕ ОКОРКИ И КЛАССИФИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

Окоркой называется удаление коры с древесины с целью использования последней в качестве сырья для получения продукции высокого качества.

Среднее содержание коры в общем объеме ствола характеризуется следующими данными, %: сосны 11; ели 9; березы 14, осины 15; лиственницы 22. Необходимость окорки лесоматериалов, подлежащих продольной распиловке, вызвана тем, что в процессе лесопиления получают различные кусковые отходы, служащие сырьем для производства технологической щепы. Кусковые отходы лесопиления образуются из заболонной части бревна, содержащей минимальное количество пороков древесины, что положительно влияет на количественный и качественный выход древесной массы. Однако эти отходы содержат от 20 до 45 % коры, а технологическую щепу из таких отходов использовать в производстве плитных материалов затруднительно.

Лесоматериалы, идущие на приготовление шпона, также подлежат окорке. Удаление коры, загрязненной минеральными примесями, увеличивает стойкость режущего инструмента и сокращает продолжительность пропарки кражей.

Окорочные станки по принципу работы делятся на три основные группы: фрикционные, режущие и струйные. Фрикционные станки удаляют кору при трении инструмента по бревну или бревен друг о друга. Различают станки индивидуальной и групповой обработки. В станках индивидуальной обработки каждое бревно окоривается отдельно, в станках групповой обработки окориваются одновременно несколько бревен. На станках окоривают в основном свежесрубленную и сплавную древесину.

§ 2. КОНСТРУКЦИИ ОКОРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Роторно-скребковые станки. Из фрикционных станков наиболее широко применяются роторные станки с тупыми короснимателями-скребками (рис. 24). Принцип работы таких станков основан на различии в механической прочности коры и древесины. Кора от древесины отделяется по наиболее слабой связи – камбиальному слою. На вращающемся кольце-роторе шарнирно закреплены несколько короснимателей, рабочая кромка которых притуплена под некоторым радиусом, благодаря чему их называют тупыми. Пружины обеспечивают постоянный контакт рабочей кромки короснимателей с поверхностью бревна. При заходе на бревно рабочая кромка до древесины внедряется в кору и при вращении ротора снимает ее. Снятая кора воздушным потоком, образуемым лопастями, размещенными на роторе, выбрасывается из станка.

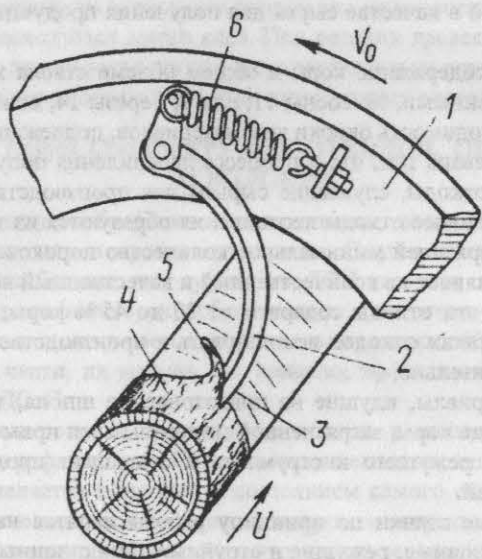


Рис. 24. Принцип работы роторного скребкового станка: 1 – ротор; 2 – коросниматель; 3 – рабочая кромка; 4 – бревно; 5 – кора; 6 – пружина

Вращение короснимателей и поступательное движение бревна определяют траекторию рабочей кромки по поверхности ствола – она имеет вид винтовой линии.

Скорость движения рабочей кромки короснимателя определяется по формуле

$$v_0 = \pi d n_p, \quad (40)$$

где d – диаметр бревна, м; n_p – частота вращения ротора, c^{-1} .

Ширина полосы коры, снимаемой одним короснимателем, равна длине рабочей кромки или меньше ее:

$$b = u / (n_p z). \quad (41)$$

Потребляемая окорочным станком мощность зависит от режима его работы и состояния окариваемой древесины, так как при подсушке, а также при замораживании бревен сопротивление отделению коры от древесины возрастает в несколько раз. Производительность окорочных станков зависит от породы, состояния древесины и диаметров окариваемой древесины:

$$Q = 0,033 d^2 u K_1 K_2 K_3, \quad (42)$$

где d – средний диаметр бревен, м; u – скорость подачи бревен, м/с; K_1 – коэффициент заполнения подающего конвейера (0,8); K_2 – коэффициент использования рабочего времени (0,8); K_3 – повторность пропуска бревен (0,5–1).

Барабанная и бункерная окорка. В основу барабанного и бункерного способов окорки положен принцип использования абразивных свойств коры и различие в прочности между корой и древесиной.

Установки для окорки древесины трением делятся на барабанные и бункерные, сухого трения или с сильным увлажнением в заполненной водой ванне, непрерывного или периодического действия. В свою очередь барабанные установки по принципу работы можно разделить на установки с хаотическим заполнением барабанов бревнами и установки с упорядоченной укладкой. Первые обычно служат для окорки коротья.

При вращении барабана чураки медленно перемещаются к разгрузочному окну корообдирочного барабана и под действием гравитационных и динамических сил, а также сил трения очищаются от коры и частично от земли. Процесс окорки короткомерных отрезков в барабане при его вращении можно разделить условно на три периода: первый – подъем за счет сил трения о стенки барабана с древесиной; второй – падение или перекачивание чураков (при этом они стремятся более тяжелым концом повернуться вниз); третий – соприкосновение чураков с внутренней стенкой барабана.

Режущие окорочные станки. Для станков режущего типа при сложном движении инструмента относительно окариваемых бревен скорость окорки есть суммарная скорость движения рабочего органа вокруг своей оси, вокруг бревна (или бревна вокруг оси) и перемещения вдоль бревна.

Из станков, работающих по принципу резания коры, наилучшее качество окоренной поверхности обеспечивают те, которые срезают кору в направлении, параллельном волокнам древесины. Сюда относятся станки продольно-ножевые, продольно-фрезерные и дисковые с продольно-винтовым фрезерованием.

Электрогидравлический метод окорки основан на использовании механического воздействия ударной волны расходящегося потока жидкости и других факторов, возникающих при высоковольтном импульсном разряде в воде, на обрабатываемую древесину. Установка представляет собой ванну, заполненную водой, в которую погружают окариваемые бревна.

Пневмоокорка. Окорка древесины струей сжатого воздуха с наполнителем основана на отделении и измельчении коры за счет кинетической энергии воздушной струи с мелкими древесными частицами, разогнанными до звуковой скорости. Воздушная струя, обладая определенными энергетическими свойствами, при воздействии на кору разрушает ее и отрывает от древесины. Рабочим органом служат специальные струеобразователи (сопла), находящиеся на двух кольцеобразных рамах. Входные отверстия сопел расположены в шахматном порядке, чтобы струи перекрывали всю поверхность окариваемого бревна.

Окорка древесины методом термокомпрессии. Сущность данного метода заключается в том, что в герметически закрытую емкость загружают древесину, затем в камеру под давлением 0,6–0,7 МПа подают пар и через определенное время (в зависимости от состояния и породы древесины) мгновенно снижают давление в камере до атмосферного. При этом создается резкий перепад между давлением внутри древесины и в камере, в результате чего от камбиального слоя древесины отрываются кора и луб.

Гидравлическая окорка древесины. Этот метод основан на том, что струя воды, обладая определенными энергетическими свойствами, при воздействии на кору разрушает ее и затем отделяет от древесины. Эффективность гидроокорки зависит от давления, формы сопла, состояния древесины, угла встречи струи с поверхностью окариваемого бревна.

§ 3. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОПЕРЕЧНОЙ РАСПИЛКИ

Поперечное распиливание древесного сырья необходимо для дальнейшей его переработки. Оборудование для производства ДСтП, ДВП или ДСП требует разделки древесного сырья на мерные заготовки. Распиливают длинные бревна на станках, оснащенных круглыми пилами. Для этого применяют круглопильные станки с автоматическим надвиганием пилы, а также станки с ручным и механизированным надвиганием пилы.

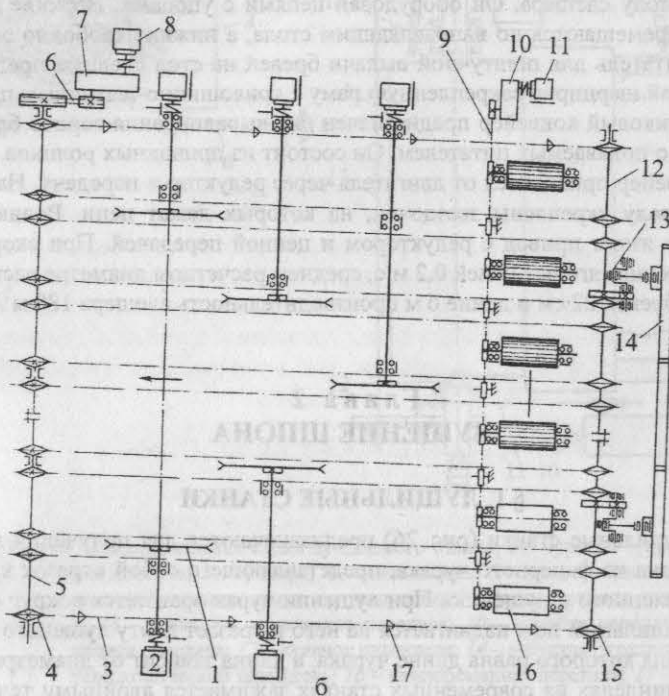
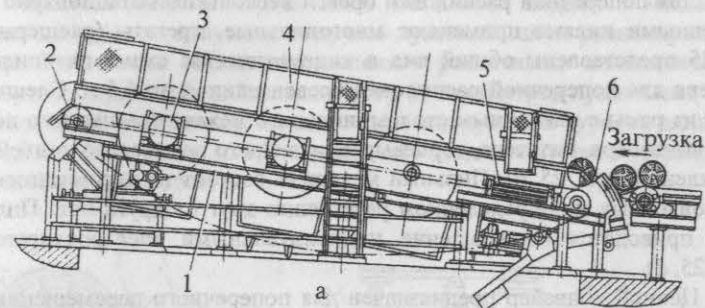


Рис. 25. Пятипильный слешер для поперечного распиливания бревен: а – общий вид; б – кинематическая схема; 1 – пила; 2 – электродвигатель привода пилы; 3 – поперечная цепь с упорами; 4, 15 – звездочки; 5 – приводной вал; 6 – ременная передача; 7, 10 – редукторы; 8 – электродвигатель привода подающего конвейера; 9 – цепная передача на приводные ролики; 11 – электродвигатель привода роликов; 12 – натяжной вал цепного конвейера; 13 – кривошип питателя; 14 – рама питателя; 16 – приводные ролики торцевывравнивающего роликового конвейера; 17 – упор

Для поперечной распиловки бревен несколькими стационарно установленными пилами применяют многопильные агрегаты (слешеры). На рис. 25 представлены общий вид и кинематическая схема пятипильного слешера для поперечной распиловки бревен длиной до 6,5 м. Слешер состоит из рамы с наклонным столом, пильного механизма, цепного подающего конвейера, питателя, торцевыравнивающего роликового конвейера и ограждений (рис. 25, а). Пильный механизм состоит из пяти стационарно установленных на определенном расстоянии друг от друга пил. Пильные валы приводятся во вращение индивидуальными электродвигателями (рис. 25, б).

Цепной конвейер предназначен для поперечного перемещения бревен по столу слешера. Он оборудован цепями с упорами. Верхние ветви цепей перемещаются по направляющим стола, а нижние свободно провисают. Питатель для поштучной выдачи бревен на стол слешера представляет собой шарнирно закрепленную раму с кривошипно-шатунным приводом. Роликовый конвейер предназначен для выравнивания торцов бревен, поштучно подаваемых питателем. Он состоит из приводных роликов. Цепной конвейер приводится от двигателя через редуктор и передачу. На приводном валу укреплены звездочки, на которых лежат цепи. Роликовый конвейер имеет привод с редуктором и цепной передачей. При скорости перемещения тяговых цепей 0,2 м/с, среднем расчетном диаметре распиливаемых бревен 22 см и длине 6 м производительность слешера 180 м³/ч.

Глава 2 ЛУЩЕНИЕ ШПОНА

§ 1. ЛУЩИЛЬНЫЕ СТАНКИ

Лущильные станки (рис. 26) предназначены для получения лушеного шпона из фанерного чурака, представляющего собой отрезок кряжа, подготовленного к лушению. При лушении чурак вращается вокруг своей оси, а лущильный нож надвигается на него и срезает ленту лушеного шпона, ширина которого равна длине чурака, а длина зависит от диаметра. Чурак в шпинделях на современных станках зажимается двойными телескопическими шпинделями с кулачками через систему гидроцилиндров. Вращение на шпиндели передается от электродвигателя главного привода через клиноременную передачу, вал и зубчатые передачи. Рабочая подача суппорта с ножом и прижимной линейкой осуществляется от правого шпинделя через цепную передачу, коробку передач, вал, конические и винтовые передачи; ускоренное перемещение суппорта — от электродвигателя.

Жесткая кинематическая связь механизма подачи с механизмом вращения чураков позволяет получать лущенный шпон равномерной толщины. Лущильные станки изготавливают с различными кинематическими схемами и параметрами. В зависимости от параметров лущильные станки подразделяются на станки тяжелого типа для лушения чураков длиной более 2,2 м и диаметром до 1,3 м и среднего типа для лушения чураков длиной до 1 м и диаметром до 0,45 м.

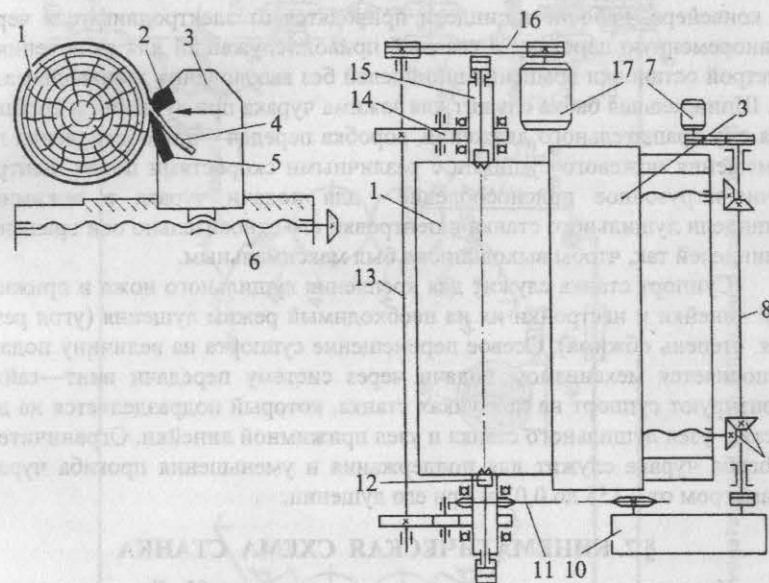


Рис. 26. Принципиальная схема лущильного станка: 1 — чурак; 2 — прижимная линейка; 3 — суппорт; 4 — лента шпона; 5 — нож; 6 — винтовая передача; 7 — электродвигатель ускоренного подвода и отвода суппорта; 8, 13 — валы; 9 — коническая передача; 10 — коробка передач; 11 — цепная передача; 12 — кулачок шпинделя; 14 — зубчатая передача; 15 — телескопический шпиндель; 16 — клиноременная передача; 17 — электродвигатель главного привода

Механизмы этого станка приводятся в действие от трехскоростного электродвигателя и гидро- и пневмоцилиндров. Управляют работой станка с пульта управления. В станке применены телескопические шпиндели с гидравлическими зажимами, пневматическое центровочно-загрузочное приспособление и ограничитель прогиба чурака. Все узлы и механизмы станка монтируют на станине, выполненной в виде жесткой сварной рамы.

В станине размещают вал и зубчатые колеса для передачи вращения от главного привода на шпиндели станка, вал и передачи с электродвигателем ускоренного перемещения суппорта, ходовые винты суппорта и другие элементы. На станине укрепляют шпиндельные бабки, главный привод, направляющие суппорта, пульт управления, загрузочное устройство, центровочное приспособление и другое оборудование.

Для удаления карандаша после лущения в станине имеется специальное окно, а в фундаменте канал для размещения цепного или ленточного конвейера. Рабочие шпиндели приводятся от электродвигателя через клиноременную передачу и главный привод, служащий для включения и быстрой остановки вращения шпинделей без выключения электродвигателя. Шпиндельная бабка служит для зажима чурака при лущении и сообщения ему вращательного движения, коробка передач – для обеспечения перемещения ножевого суппорта с различными скоростями подачи, центровочно-загрузочное приспособление – для подачи чурака в зажимные шпиндели лущильного станка и центровки его относительно оси вращения шпинделей так, чтобы выход шпона был максимальным.

Суппорт станка служит для крепления лущильного ножа и прижимной линейки и настройки их на необходимый режим лущения (угол резания, степень обжима). Осевое перемещение суппорта на величину подачи выполняется механизмом подачи через систему передачи винт—гайка. Монтируют суппорт на ползунках станка, который подразделяется на две части – узел лущильного станка и узел прижимной линейки. Ограничитель прогиба чурака служит для поддержания и уменьшения прогиба чурака диаметром от 0,155 до 0,07 м при его лущении.

§ 2. КИНЕМАТИЧЕСКАЯ СХЕМА СТАНКА

Кинематическая схема станка показана на рис. 27. Для лучшего уяснения взаимодействия и работы отдельных элементов станка всю схему целесообразно расчленить на три части: схему главного движения (вращения шпинделей с зажимными устройствами), схему механизмов перемещения (подачи) суппорта и схему центровочно-загрузочного приспособления.

При лущении чурака механизмы станка приводятся в действие трехскоростным электродвигателем 1 мощностью 28–25–20 кВт при частоте вращения вала соответственно 1470–980–730 мин⁻¹. Это означает, что только переключением электродвигателя обеспечиваются три ступени частоты вращения рабочих шпинделей станка (220, 147, 109 мин⁻¹). Вращение на шпиндели 10 от электродвигателя 1 передается через клиноременную передачу 3 со шкивами 2 диаметром $D_2 = 280$ мм и 4 диаметром $D_4 = 500$ мм, вал 7 и зубчатые колеса 8, 9, 11. Частоту вращения шпинделей $n_{ш}$ при этой схеме определяют по формуле

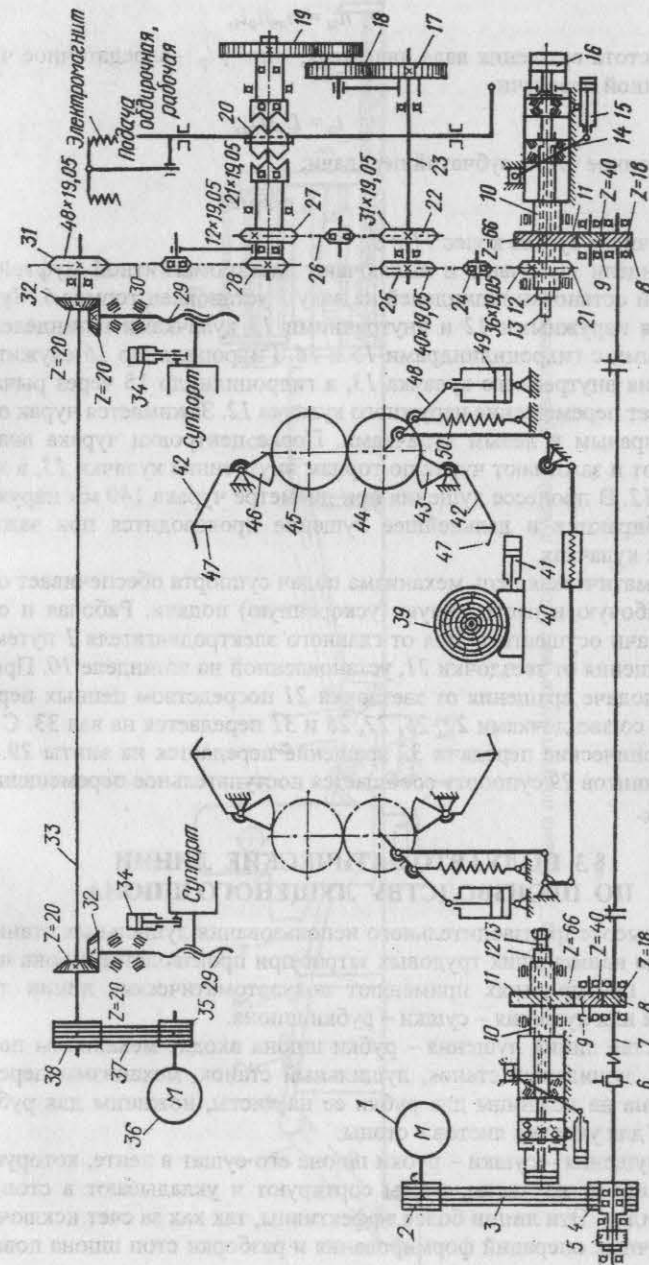


Рис. 27. Кинематическая схема лущильного станка ЛУ 17-4

$$n_{ш} = n_{дв} / i_p i_3, \quad (43)$$

где $n_{дв}$ – частота вращения вала двигателя, мин^{-1} ; i_p – передаточное число клиноременной передачи;

$$i_p = D_4 / D_2; \quad (44)$$

i_3 – передаточное число зубчатой передачи;

$$i_3 = z_{11} / z_8, \quad (45)$$

где z_{11} , z_8 – число зубьев колес 11 и 8.

Шпиндели включают и выключают электромагнитной муфтой 5, а для быстрой остановки шпинделей на валу 7 установлен тормоз 6. Чураки зажимаются наружными 12 и внутренними 13 кулачками шпинделей 10, соединенными с гидроцилиндрами 15 и 16. Гидроцилиндр 16 служит для перемещения внутреннего кулачка 13, а гидроцилиндр 15 через рычаг 14 обеспечивает перемещение наружного кулачка 12. Зажимается чурак одновременно правым и левым кулачками. После центровки чурака вначале срабатывают и зажимают чурак по торцам внутренние кулачки 13, а затем наружные 12. В процессе лущения при диаметре чурака 140 мм наружные кулачки убираются и дальнейшее лущение производится при зажатых внутренних кулачках.

Кинематическая цепь механизма подачи суппорта обеспечивает обдирочную, рабочую и настроечную (ускоренную) подачи. Рабочая и обдирочная подачи осуществляются от главного электродвигателя 1 путем передачи вращения от звездочки 21, установленной на шпинделе 10. При обдирочной подаче вращения от звездочки 21 посредством цепных передач 24, 26 и 30 со звездочками 22, 25, 27, 28 и 31 передается на вал 33. С вала 33 через конические передачи 32 вращение передается на винты 29. При вращении винтов 29 суппорту сообщается поступательное перемещение на величину u_0 .

§ 3. ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИЕ ЛИНИИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ЛУЩЕНОГО ШПОНА

Для высокопроизводительного использования лущильных станков и обеспечения наименьших трудовых затрат при производстве шпона на современных предприятиях применяют полуавтоматические линии лущения – рубки или лущения – сушки – рубки шпона.

В состав линий лущения – рубки шпона входят механизмы подачи чураков на лущильный станок, лущильный станок, механизмы передачи ленты шпона на ножницы для рубки ее на листы, ножницы для рубки и устройства для укладки листов в стопы.

В линиях лущения – сушки – рубки шпона его сушат в ленте, которую затем раскраивают на листы, листы сортируют и укладывают в стопы по сортам и видам. Эти линии более эффективны, так как за счет исключения промежуточных операций формирования и разборки стоп шпона повышается выход шпона и производительность труда.

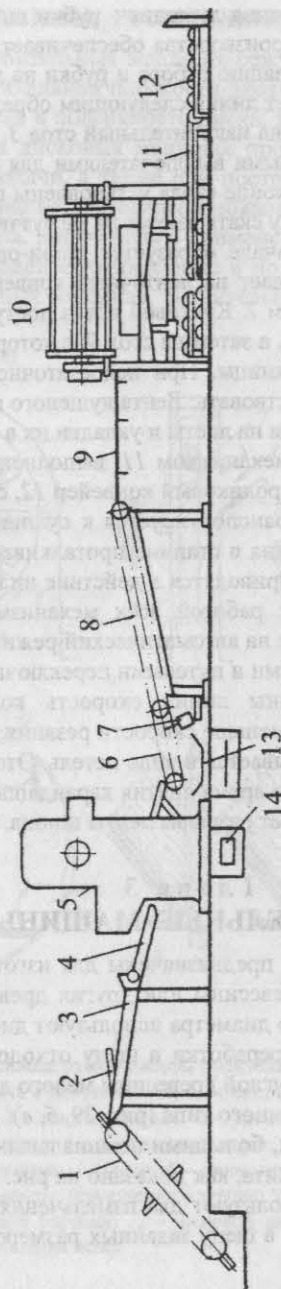


Рис. 28. Схема полуавтоматической линии лущения – рубки шпона

Полуавтоматическая линия лущения – рубки шпона (рис. 28) из оборудования отечественного производства обеспечивает механическую подачу чураков к станку, механизацию отбора и рубки на листы ленты шпона с укладкой их в стопу. Работает линия следующим образом. Наклонным конвейером 1 чураки подаются на накопительный стол 3. На столе установлен рычаг 2 отсекавателя с концевыми выключателями для выключения и включения конвейера. На одном конце стола установлены шарнирные рычаги 4, по которым чураки по одному скатываются на загрузчик лущильного станка 5. При лущении чурака вначале образуется шпон-рванина, который при поднятом конвейере 6 попадает на ленточный конвейер 13. Поднимается конвейер 6 пневмоцилиндром 7. Кусковой шпон поступает по конвейеру 6 (опущен вниз) на конвейер 5, а затем на стол 9, с которого отбирается и подается на прирубочные ножницы. При недостаточной производственной площади стол 9 может отсутствовать. Лента лущеного шпона транспортируется на ножницы 10 для рубки на листы и укладки их в стопу.

Стопа листов шпона механизмом 11, выполненным в виде цепного конвейера, выкатывается на роликовый конвейер 12, с которого снимается вилочным погрузчиком и транспортируется к сушильной камере. Карандаш после лущения через окна в станине проталкивается на конвейер 14. Все конвейеры и ножницы приводятся в действие индивидуальными электродвигателями. Управляют работой всех механизмов линии с пульта управления или настраивают на автоматический режим работы с переключением механизмов конечными и путевыми переключателями и кнопками.

Для сокращения длины линии скорость конвейера 8 принята 14 м/мин, т. е. значительно меньше скорости резания, поэтому лента шпона на этом конвейере укладывается в виде петель. Это обеспечивает запас ленты для работы ножниц на время снятия карандаша и установки нового чурака, а также предотвращает разрывы ленты шпона.

Глава 3 РУБИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ

Рубительные машины, предназначены для изготовления технологической щепы из круглой древесины или других древесных отходов. Для переработки сырья большого диаметра используют дисковые рубительные машины (рис. 29, а). Для переработки в щепу отходов фанерного производства, горбылей, реек и круглой древесины малого диаметра используют рубительную машину барабанного типа (рис. 29, б, в). Для уменьшения количества частиц с размерами, большими номинальных, в рубительные машины могут быть встроены сита, как показано на рис. 31, а (поз. 8). В производстве ДВП машины используют для измельчения круглой древесины или другого крупного сырья в щепу заданных размеров, предназначенной для дальнейшего размола.

§ 1. ДИСКОВЫЕ РУБИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ

В дисковых рубительных машинах режущие ножи расположены на вращающемся в вертикальной плоскости диске и размещены под постоянным углом наклона как к поверхности диска, так и к направлению подачи. Резание древесины в дисковых машинах производится под одинаковым углом к плоскости подачи, а также при постоянных соотношениях режимов резания и затягивания древесины к ножам независимо от ее толщины. Вследствие этого щепы, полученная с применением дисковых машин, имеет практически одинаковое направление и по сравнению со щепой, изготовленной в барабанных машинах, значительно более равномерна по размерам.

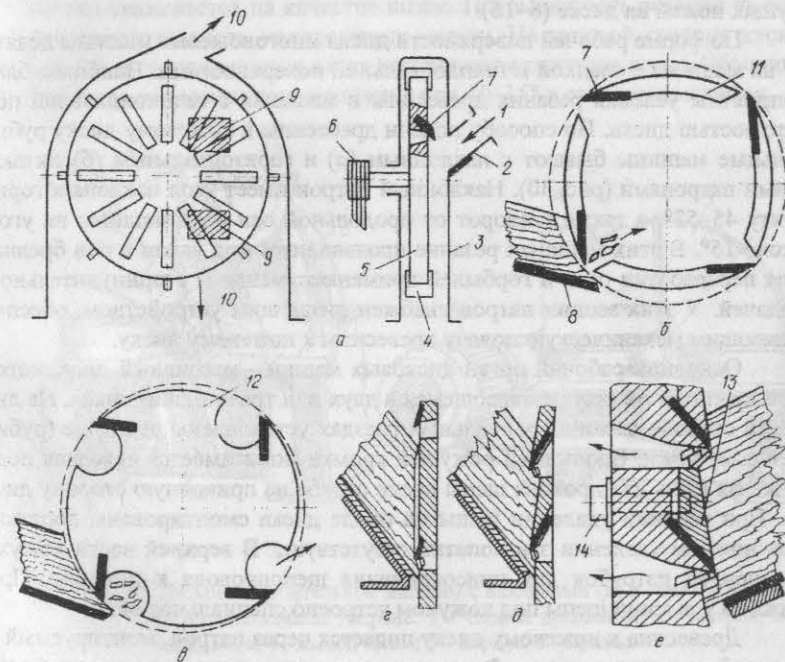


Рис. 29. Принципиальные схемы работы рубительных машин: а – дисковых; б – барабанных с полым валом; в – с подножевыми пазухами; г – малоножевых; д – многоножевых; е – установка ножа и контрножа в дисковой машине; 1 – подаваемое сырье; 2 – патрон; 3 – корпус машины; 4 – лопатка; 5 – диск; 6 – шкив привода; 7 – нож; 8 – контр-нож; 9 – варианты размещения патрона; 10 – варианты выброса щепы; 11 – полый барабан; 12 – ножевой вал; 13 – ножевая накладка; 14 – болт крепления ножа

По принципу резания дисковые машины бывают с прерывистым и непрерывным процессом работы. Машины с прерывистым режимом резания имеют мало ножей (3–4) и работают, чередуя резание с паузами. При таком режиме работы часть необходимой энергии компенсируется запасом кинетической энергии диска-маховика, накопленной в период пауз. При прерывистом резании древесины неизбежны удары в момент внедрения ножа в древесину, что ухудшает фракционный состав щепы и приводит к смятию поверхности реза. В машинах с непрерывным режимом резания ножи постоянно находятся в контакте с древесиной, создавая более спокойные условия резания и обуславливая получение щепы лучшего качества. Непрерывное резание древесины обеспечивается большим числом режущих ножей на диске (8–16).

По форме рабочей поверхности диска многоножевые машины делятся на машины с гладкой и геликоидальной поверхностями. Наиболее благоприятны условия резания древесины в машинах с геликоидальной поверхностью диска. По способу подачи древесины к ножевому диску рубительные машины бывают с наклонным (а) и горизонтальным (б) питающими патронами (рис. 30). Наклонный патрон имеет угол наклона к горизонту 45–52°, а также разворот от продольной оси вала машины на угол около 15°. В этих машинах резание производится под углом к оси бревна. Для переработки реек и горбылей применяют машины с принудительной подачей. У этих машин патрон снабжен питающим устройством, обеспечивающим механическую подачу древесины к ножевому диску.

Основной рабочий орган дисковых машин – массивный диск, который крепится на валу, вращающемся в двух или трех подшипниках. На лицевой стороне диска в специальных гнездах установлены режущие (рубительные) ножи. Вдоль всей режущей кромки ножа имеется сквозная подножевая щель для прохода щепы после отруба на приводную сторону диска. При верхнем удалении щепы на ободу диска смонтированы лопатки, при нижнем удалении эти лопатки отсутствуют. В верхней части кожуха установлен патрубок для присоединения щелопровода к циклону. При нижнем удалении щепы под кожухом устроено специальное окно.

Древесина к ножевому диску подается через патрон, монтируемый с лицевой стороны машины. Форма патрона, определяемая преимущественно диаметром стволов древесины, приобретает особое значение при рубке тонких бревен. У машин разных типов питающий патрон относительно ножевого диска может располагаться с одним углом наклона α_1 в вертикальной плоскости (т. е. от горизонта), с дополнительным углом разворота α_2 в горизонтальной плоскости (в этом случае питающий патрон имеет два угла наклона α_1 и α_2), с одним углом разворота в горизонтальной плоскости.

Древесину, подлежащую измельчению в щепу, по питающему патрону подают под движущиеся ножи диска. Каждый нож отрезает (отрубает) кусок древесины толщиной h_c , равной выпуску режущих ножей за

плоскость диска. Отрубаемая древесина распадается на отдельные элементы (щепу), которые сквозь подножевую щель проходят на приводную сторону диска. Отсюда щепа попадает на конвейер либо в бункер.

В применении к условиям работы дисковых рубительных машин особенности этого процесса обуславливаются свойствами древесины, а также особенностями режущего инструмента и режимов резания. Для малоножевых рубительных машин (см. рис. 29, з) характерно прерывистое резание древесины. На этих машинах резание производится через промежутки времени, в течение которых положение бревен фиксируется силами собственной массы и силами трения о стенки патрона и диска. В эти отрезки времени древесина может произвольно поворачиваться, что отрицательно сказывается на качестве щепы. Прерывистость резания уменьшает производительность малоножевых машин. На лицевой стороне диска (см. рис. 29, е) в специальных пазах установлены режущие ножи. Обычно ножи смещены от радиального положения на 10–15° в сторону вращения.

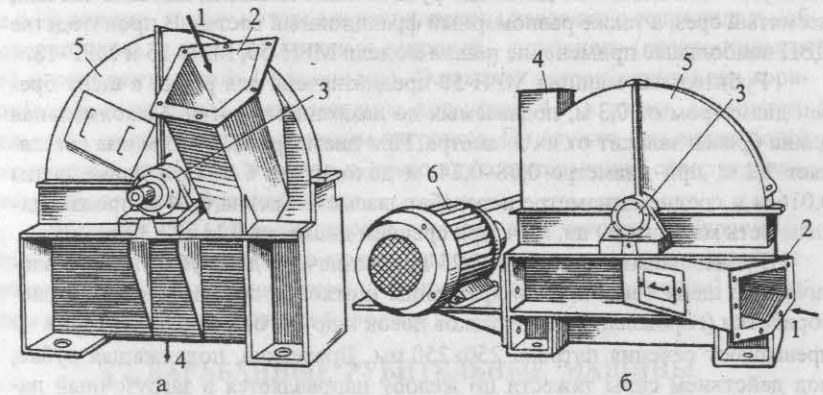


Рис. 30. Дисковые рубительные машины с наклонным (а) и горизонтальным (б) расположением патрона: 1 – подача древесины; 2 – патрон; 3 – подшипник; 4 – выход щепы; 5 – корпус; 6 – привод

Ножи прямоугольной формы изготавливают длиной 0,5–0,7 м, шириной 0,2–0,25 м и толщиной 0,02–0,025 м. К диску ножи крепят четырьмя болтами с потайной головкой. Затачивают ножи на одну или две фаски с углами 33–45° у одной фаски и углом 19–28° у другой. Нож крепят посредством накладки клиновидного сечения, что обеспечивает его устойчивость. Между тыльной кромкой ножа и телом диска обычно устанавливают дистанционную прокладку. Это дает возможность изменять выпуск

ножей, что важно при компенсации износа ножей, а также при изменении длины щепы.

Дисковые многоножевые рубительные машины, имеющие 10–12 ножей, большей частью для круглого сырья (кроме самых малых диаметров) осуществляют непрерывное резание двумя ножами (рис. 29, д). При этом стабилизируется движение древесины, затягиваемой ножами: отскоки и повороты древесины отсутствуют, качество щепы значительно улучшается.

Подготовка сырья к производству плит включает в себя следующие операции: разделку древесины на размеры, соответствующие приемному патрону рубительной машины; рубку древесины на щепу; сортирование щепы для отбора требуемого размера с доизмельчением крупной фракции и удалением мелочи; извлечение из щепы металлических предметов; промывку щепы для очистки ее от грязи и посторонних включений.

Максимально допустимый диаметр бревен определяется размером приемного патрона рубительной машины. Для приготовления щепы используют многоножевые дисковые рубительные машины, дающие чистый, несмятый срез, а также равномерный фракционный состав. В производстве ДВП наибольшее применение нашли модели МРН-50, МРН-25 и МРГ-18.

Рубительная машина МРН-50 предназначена для рубки в щепу бревен диаметром от 0,3 м, подаваемых по наклонному лотку. Максимальная длина бревен зависит от их диаметра. При диаметре 0,24–0,3 м она составляет 2,2 м, при диаметре 0,08–0,24 м доходит до 6 м. При длине щепы 0,016 м и среднем диаметре перерабатываемого бревна 0,14 м производительность машины 50 пл. м³/ч, при среднем диаметре 0,11 м – 30 пл. м³/ч.

Рубительная машина МРН-25 предназначена для рубки на технологическую щепу тонкомерной древесины и отходов лесопиления и деревообработки (горбылей, реек, отрезков досок и другого), размеры которых не превышают сечения патрона 250×250 мм. Древесина, подлежащая рубке, под действием силы тяжести по желобу направляется в загрузочный патрон. Загрузочный желоб расположен наклонно. Загрузочный патрон имеет устройство для регулирования зазора между его контрножами и ножами диска. На диске установлено 16 ножей. Угол заточки ножей переменный: от 35°50' на наружном конце до 32°22' – на внутреннем. Для заточки ножей используют специальное приспособление к универсальному заточному станку.

Рубительная машина МРГ-18 предназначена для рубки отходов (горбылей, реек, отрезков досок) в технологическую щепу. Производительность ее 18 пл. м³/ч. Древесина подается горизонтальным ленточным конвейером, скорость которого 1,8–2 м/с. При рубке древесины возникают усилия, обеспечивающие самозатягивание отходов в машину. Скорость затягивания древесины при рубке 2,4 м/с, что чуть выше скорости питающего конвейера. Горизонтальный загрузочный патрон расположен под углом 30° относительно оси вала с ножевым диском и состоит из корпуса патрона

и контрножей. Вал с ножевым диском имеет правое или левое вращение, частота вращения диска 11 с⁻¹. Поперечное сечение отходов, подаваемых в машину, по ширине не должно превышать 0,42 м при толщине до 0,05 м и 0,22 м при толщине до 0,15 м. Технологическая щепка получается длиной 0,018 м. На диске установлено 12 ножей. Угол заточки ножей переменный – от 35°50' на наружном конце до 32°22' на внутреннем, что обеспечивает самозатягивание древесины.

Одно из условий хорошей работы машины – тщательный уход за состоянием режущих ножей, контрножей и зазоров между ними. Длительность работы режущих ножей между переточками не должна превышать 8 ч. Контрножи следует заменять через 400–500 ч работы. Вместе с тем необходимо следить, чтобы округление кромки контрножа не превышало установленной нормы.

Рубительная машина МРГ-40 перерабатывает балансы, низкокачественное сырье длиной до 6 м (дрова), отходы лесопиления (горбыли и рейки) и лесозаготовок (сучья и вершины). Машина состоит из ножевого диска с 10 ножами, между которыми расположены накладки с геликоидальной поверхностью, и двух загрузочных патронов – основного (горизонтального) и дополнительного (наклонного). Основной патрон установлен горизонтально в передней части машины под углом 41° к диску, а дополнительный – наклонно над основным патроном. Он служит для переработки маломерных кусковых отходов и повторного измельчения отсортированной крупномерной фракции щепы.

Машину МРГ-40 выпускают с верхним или нижним выбросом. Ее устанавливают в комплекте с подающим конвейером, сортирующим устройством, выносным конвейером (в машинах с нижним выбросом) или циклоном (в машинах с верхним выбросом).

§ 2. БАРАБАННЫЕ РУБИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ

Эти машины используют в основном для измельчения кусковых отходов лесопильно-деревообрабатывающего и фанерного производств и лесозаготовок. Их выпускают со свободной и принудительной подачей материала. При изготовлении технологической щепы применяют барабанные машины ДУ-2 и МРП-800 с механизмом для принудительной подачи материала.

Машина ДУ-2 предназначена для переработки в щепу лесосечных отходов (вершины, сучья и ветви). Ее используют на многих предприятиях для переработки шпона-рванины, а также различных кусковых отходов деревообработки. Режущий механизм машины – полый ножевой барабан (см. рис. 29, б) с четырьмя режущими ножами. Барабан расположен под углом 35° к направлению подачи материала и при рубке обеспечивает косой рез. Через щель щепы проходит внутрь барабана. Для удаления ее оттуда внутри барабана установлен (под углом к оси барабана) неподвижный отбойный

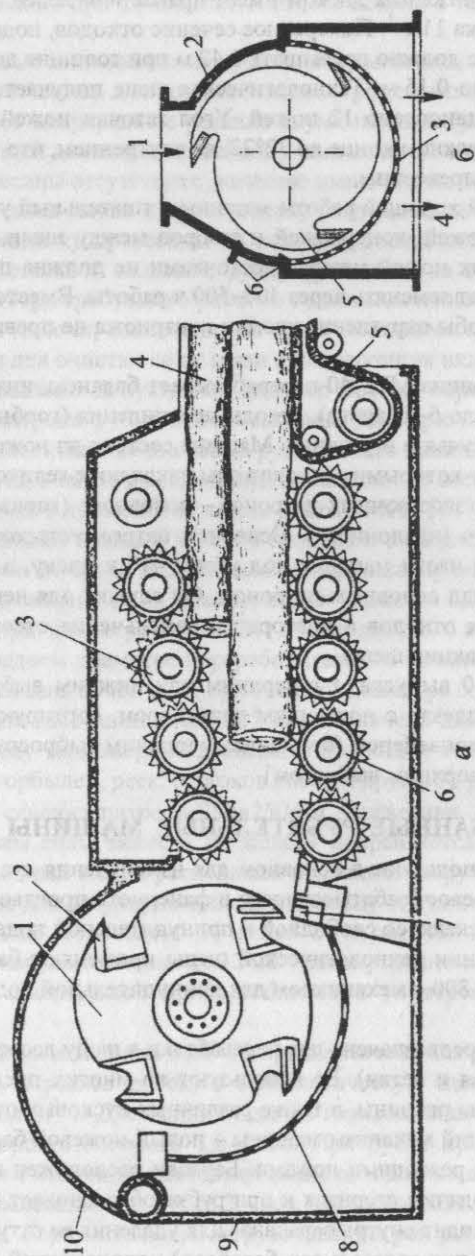


Рис. 31. Барабанная рубительная машина (а) и ножевая дробилка (б)

лоток. Перед ножевым барабаном расположен контрнож. Зазор между режущими ножами и контрножом регулируют при установке режущих ножей.

На рис. 31, а изображена барабанная рубительная машина для измельчения в щепу круглых лесоматериалов. На ножевом барабане 1 укреплены ножи 2. Сырье 4 подается к машине конвейером 5, а затем к барабану вальцами 3 и 6. В корпусе 9 машины установлены контрнож 7 и ситовой вкладыш 8. Ножевой барабан закрывается крышкой 10.

Для измельчения кусков древесных отходов, таких, как обрезки плиты, фанеры, в более мелкие частицы, предназначенные для дальнейшего измельчения, служат ножевые дробилки (рис. 31, б), принцип работы которых следующий. Куски подаются в приемное окно 1, расположенное в верхней части корпуса 2. Барабан 5 с ножами измельчают куски до тех пор, пока частицы не пройдут через ситовой вкладыш 3. Частицы удаляются через нижнее окно 4. В корпусе станка установлены контрножи 6. Машины этих типов многие годы используются в промышленности также для переработки древесных отходов в топливо.

§ 3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

Мощность привода рубительной машины складывается из мощности холостого хода и полезной мощности. Мощность холостого хода расходуется на преодоление трения качения в подшипниках, а в машинах с верхним выбросом щепы – и на создание вентиляционного напора. Полезная мощность расходуется на рубку древесины, а в машинах с верхним выбросом щепы и на механическое выбрасывание щепы.

$$N = M_c n / 716,2 = [(M_{тр} + M_b) + (M_p + M_m)] n / 716,2, \quad (46)$$

где N – мощность привода рубительной машины, кВт; M_c – полный момент сил сопротивления; $M_{тр}$ – крутящий момент на преодоление сил трения в опорах; M_b – крутящий момент на создание вентиляционного напора; M_p – крутящий момент на преодоление сил сопротивления резанию; M_m – крутящий момент, затрачиваемый на механический выброс щепы; n – частота вращения диска, мин^{-1} .

$$M_{тр} = fG(d_k/2), \quad (47)$$

где f – коэффициент трения качения (0,02); G – масса диска рубительной машины, кг; d_k – диаметр окружности качения роликов подшипника, мм.

Крутящий момент на создание вентиляционного напора рассчитывают по формуле

$$M_b = 1,8z_n F_n D_n^3 (n_m/100)^2 K, \quad (48)$$

где z_n – количество лопаток на ободу диска; F_n – площадь лопатки, м^2 ; D_n – диаметр, описываемый центром тяжести лопатки, мм; K – коэффициент

сопротивления, учитывающий радиальное расположение лопаток (0,7); n_m – частота вращения электродвигателя, мин^{-1} .

Крутящий момент на преодоление сил сопротивления резанию

$$M_p = F_p z k / (\cos \alpha_1 \cos \alpha_2), \quad (49)$$

где F_p – площадь резания, м^2 ; z – число ножей на диске, шт.; k – удельное сопротивление резанию (для твердых пород древесины 130–160, для мягких пород древесины 90–120); α_1 – угол наклона патрона к горизонту в вертикальной плоскости, град; α_2 – угол разворота патрона в горизонтальной плоскости, град.

Крутящий момент, затрачиваемый на механический выброс щепы,

$$M_m = 0,00003 F_p l_{щ} z \rho_{щ} D_n^2 n^2 / (\cos \alpha_1 \cos \alpha_2), \quad (50)$$

где $\rho_{щ}$ – плотность щепы, $\text{кг}/\text{м}^3$; $l_{щ}$ – длина щепы, мм.

Для определения часовой производительности дисковых рубительных машин можно пользоваться формулой

$$Q = 3600 n z l_{щ} F_p K_3 K_p, \quad (51)$$

где n – частота вращения ножевого диска, с^{-1} ; z – число режущих ножей, шт.; $l_{щ}$ – длина щепы, мм; F_p – площадь сечения перерабатываемого материала, м^2 ; K_3 – коэффициент использования машинного времени по загрузке (0,3–0,5); K_p – коэффициент использования рабочего времени (0,7–0,8).

Производительность барабанной рубительной машины, имеющей механизм принудительной подачи материала, определяют по формуле

$$Q = 3600 b h u K_p K_m K_3 K_n, \quad (52)$$

где b , h – ширина и высота приемного окна механизма подачи, мм; u – скорость подачи, сырья, м/с; K_m , K_p – коэффициенты использования машинного и рабочего времени (соответственно 0,7–0,8 и 0,8–0,9); K_3 – коэффициент заполнения приемного окна (0,3–0,7); K_n – коэффициент полнодревесности сечения перерабатываемого сырья в обжатом состоянии (для сучьев и ветвей 0,2–0,3, для горбылей и реек 0,3–0,5, для маломерного кругляка 0,4–0,7).

Глава 4 СТРУЖЕЧНЫЕ СТАНКИ И РАЗМОЛ ДРЕВЕСИНЫ

§ 1. КЛАССИФИКАЦИЯ СТРУЖЕЧНЫХ СТАНКОВ

Резание обеспечивает получение стружек заданного размера по толщине и длине. Для измельчения древесины резанием применяют специальные стружечные станки, различающиеся по конструкции механизма резания, питателя, назначению и виду перерабатываемого сырья.

По конструкции механизма резания стружечные станки подразделяются на дисковые, с ножевым валом, фрезерные и роторные. По виду перерабатываемого сырья различают стружечные станки, предназначенные для переработки мерных чураков, длинномерного сырья (без предварительной разделки по размеру) и мелких кусков в виде щепы.

Некоторые виды частиц могут быть выработаны из частиц более крупных размеров, т. е. появляется возможность получения частиц заданной геометрии. Для этой операции применяют различные машины – от дробилок и мельниц для измельчения больших частиц до станков вторичного измельчения, производящих волокно. Молотковые мельницы, роторные стружечные станки, станки вторичного измельчения могут быть использованы для получения из стружки-отходов от фрезерующих станков и щепы частиц меньших размеров для производства ДСтП.

В дисковых станках стружки срезаются по толщине плоскими ножами, расположенными радиально на торцевой поверхности диска, который вращается на горизонтальном или вертикальном валу. Ножи имеют прямую режущую кромку. Срезанные стружки проходят через подножевую щель на противоположную сторону диска. В станках с ножевым валом стружки по толщине срезаются ножами, установленными в продольных пазах цилиндра параллельно или под углом к оси цилиндра, который вращается на горизонтальном валу. Режущие кромки ножей, как правило, выполняются в виде гребенки. После срезания стружки попадают в подножевой паз и отбрасываются инерционной силой по выходе из зоны резания.

В роторных станках ножи расположены внутри ножевого ротора, вращающегося на горизонтальном валу. Стружки после срезания проходят через подножевую щель ротора. Древесина на режущие ножи подается специальным механизмом подачи. Питатели стружечных станков представляют собой механизм для принудительной подачи непрерывного действия. Подающий механизм стружечных станков должен обеспечить равномерную подачу древесины на нож на заданную величину и удержание ее в процессе резания в определенном положении. Для получения качествен-

ных стружек с заданными размерами древесина по отношению к режущим ножам должна быть ориентирована так, чтобы резание происходило поперек волокон.

Выбор конструкции питателей определяется в основном видом перерабатываемого сырья. Питатель стружечных станков, предназначенных для переработки мерных чураков, выполняют в виде вертикально, горизонтально или наклонно установленных конвейеров. Питатель стружечных станков, предназначенных для переработки длинномерного сырья, представляет собой горизонтальный желоб, боковыми стенками и дном которого служат роликовые конвейеры. Сырье в таких питателях подается периодически, а удерживается в процессе резания пневмо- или гидроцилиндрами, расположенными в непосредственной близости к ножевому валу. В станках, предназначенных для переработки щепы, питателем служит наклонная воронка, через которую щепа непрерывно поступает в ножевой ротор. К режущим ножам измельчаемый материал подается вращающейся крыльчаткой.

На станках дисковых и с ножевым валом на режущий орган подается древесина, а ножевой держатель имеет только вращательное движение вокруг своей оси. На стружечном станке роторного типа перерабатываемая древесная щепа подается на нож лопастями крыльчатки, вращающейся в направлении, противоположном вращению ножевой головки.

Необходимая толщина стружек на стружечных станках обеспечивается регулированием величины выпуска ножей над поверхностью режущей головки и скорости подачи древесины. Исключение составляет стружечный станок роторного типа, на котором стружки требуемой толщины получают посредством регулирования величины выпуска ножей. Изготовление стружек заданной длины обеспечивается применением подрезных ножей, устанавливаемых перед ножами на поверхности диска, или ножей с гребенчатой кромкой на стружечных станках (фрезерных и с ножевым валом). Длина стружек определяется расстоянием между подрезными ножами или длиной гребенки стружечных ножей.

Оборудование, применяемое в производстве ДСтП для измельчения древесины в стружки, по технологическим признакам можно разделить на следующие группы: стружечные станки для переработки круглого и дровяного сырья в виде мерных чураков; стружечные станки для переработки длинномерного круглого и дровяного сырья-отходов; стружечные станки для переработки щепы; дробилки и мельницы для дополнительного измельчения стружки по ширине; размольные устройства для переработки щепы или стружек на мелкие частицы в виде волокон.

§ 2. СТАНКИ С НОЖЕВЫМ ВАЛОМ

Для переработки чураков длиной 1 м и больше применяют более производительные стружечные станки с ножевым валом.

Стружечный станок ДС-8 (рис. 32) оборудован ножевым валом диаметром 0,63 м. На образующей вала параллельно его оси вращения расположены 12 рядов ножей. Режущим кромкам ножей при заточке придается ступенчатая форма, благодаря чему отпадает надобность в применении подрезных ножей. Ножевой вал приводится во вращение электродвигателем 3 через муфту 2. Ножи в ножевой вал могут быть установлены прямолинейно (16), наклонно (17). Ножевой вал может быть составным (18).

Цепной конвейер 5 подает перерабатываемую древесину в станок, где ее подхватывает питатель. Привод цепного конвейера состоит из электродвигателя 9, клиноременной 8 и зубчатой 6 передач и редуктора 10. Питатель включает в себя нижний 7 и верхний 4 четырехцепные конвейеры, расположенные под углом к горизонтали. Кулачковые толкатели конвейеров подают древесину на ножевой вал, приводимый во вращение с частотой вращения 16–25 с⁻¹. Толщина стружки регулируется изменением величины выступа ножей и скорости подачи. Движение конвейеры питателя получают от электродвигателя 11 через асинхронную муфту скольжения 12, клиноременную передачу 13, редуктор 14 и цепные передачи 15. Привод позволяет изменять скорость подачи от 0,3 до 1,5 м/мин.

Очевидно, что скорость подачи древесины на ножевой барабан должна регулироваться в соответствии со скоростью срезания древесины, которая в свою очередь определяется величиной выступа ножей (окружная скорость также имеет влияние, но она постоянна для данного станка). Если древесина подается слишком быстро, поверхность резания будет давить на ножевой барабан, стремясь сломать его и перегружая электродвигатель привода ножевого вала. Если древесина подается слишком медленно, срезаемые частицы будут тоньше требуемых и иметь большую разнотолщинность. Для каждой величины выступа ножа имеется поэтому соответствующая скорость подачи древесины на ножевой вал. Следовательно, производительность станков зависит от двух главных факторов – толщины срезаемых древесных частиц и равномерности, с которой древесина подается на ножевой вал.

Длина частиц определяется применением подрезателей или установкой ножей в шахматном порядке. В последнем случае частицы срезаются с кряжа, имея размочаленные концы. Использование подрезателей дает целые концы частиц.

Ножи режут древесину относительно легко, особенно если ее влажность выше точки насыщения волокна. Второе преимущество резания то, что толщину получаемых древесных частиц можно поддерживать в заданных пределах. Однако свежесрубленная древесина дает стружку с грубой поверхностью, поскольку она может разрушаться при перерезании, а ножи тупятся и изнашиваются после короткого периода эксплуатации.

По сравнению с технологией получения стружки из длиномерного лесоматериала на стружечных станках его переработка на рубительных машинах кажется более простой и более целесообразной с технологической точки зрения. Спорным остается вопрос о том, является ли стружка, получаемая из щепы, более ценным продуктом для производства ДСтП. По данным о прочности при растяжении плиты перпендикулярно пласти нельзя сказать, из какого материала сделан средний слой стружечных плит – из стружки, полученной на станках с ножевыми валами, или из стружки с роторных станков. Тем не менее в настоящее время не удается пока получить из щепы, переработанной на стружечных роторных станках, тонкую и равномерную по толщине стружку.

§ 4. ЦЕНТРОБЕЖНЫЕ СТРУЖЕЧНЫЕ СТАНКИ

Эти станки предназначены для дальнейшего измельчения щепы, мелких кусков древесины и крупных стружек в древесные частицы. Развитие получили два вида центробежных стружечных станков: первый – с неподвижными ножами и второй, в котором ротор с ножами вращается либо в одном направлении с крыльчаткой, либо навстречу ей.

На рис. 34 показан принцип действия станка со встречным вращением кольца с ножами и крыльчатки. Ножевой ротор 6 вращается на полом валу 12. Вал 13 крыльчатки 7 проходит сквозь полый вал. Ножевой ротор и крыльчатка приводятся от электродвигателей. Щепу в станок подают через загрузочную воронку 7, смонтированную на крышке станка. Попадая в полость ножевого ротора, щепка центробежными силами прижимается к поверхности ножевых сегментов и вращающимися лопастями крыльчатки подводится навстречу режущим ножам. Срезанные стружки проходят через подножевую щель ножевого ротора и удаляются из станка через отверстие в его основании. Станок загружается щепой непрерывно из бункера при помощи дозирующего устройства.

Ножевой ротор состоит из 42 сегментов, на которых имеются режущие ножи и контрножи. Сегменты крепятся болтами к кольцам, создавая тем самым ножевой ротор. Ножевой ротор монтируется к обойме, которая в свою очередь насажена на полый вал станка. Крыльчатка выполнена сварной, на ее лопастях крепятся контрножи. Коническая втулка устанавливается на конце сплошного вала станка. Величину зазора между контрножом крыльчатки и режущим ножом ротора регулируют гайкой 18. Крыльчатка перемещается вследствие движения втулки по скошенному концу сплошного вала при вращении гайки.

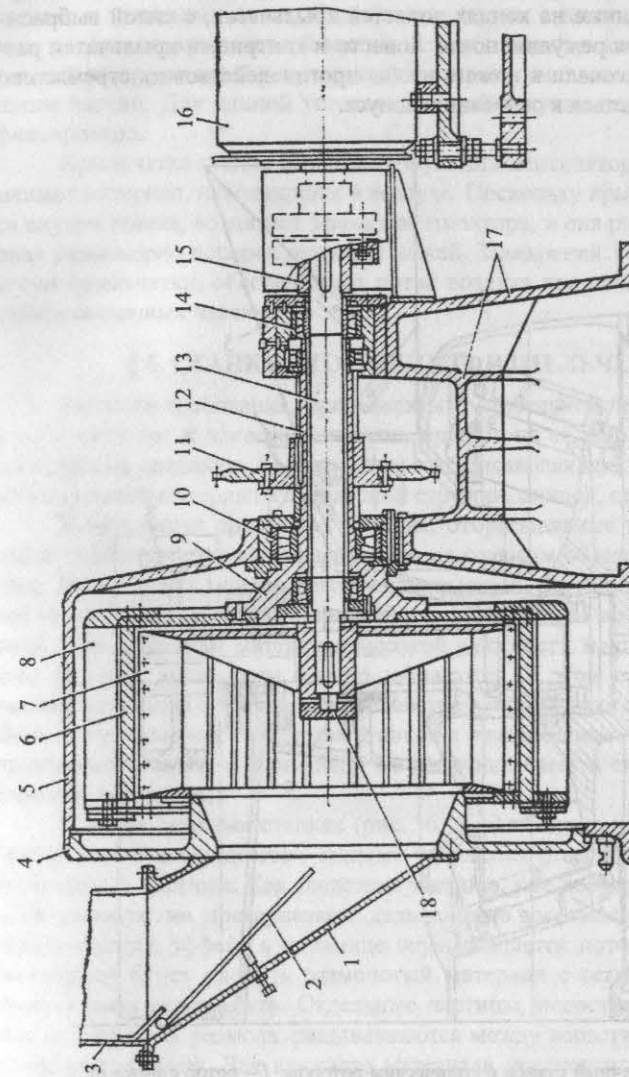


Рис. 34. Разрез центробежного стружечного станка ДС-7: 1 – загрузочная воронка; 2 – направляющий экран; 3 – течка; 4 – откидная крышка; 5 – корпус; 6 – ножевой ротор; 7 – крыльчатка; 8 – обойма; 9 – ротор; 10 – передний блок подшипника; 11 – зубчатое колесо; 12 – полый вал; 13 – сплошной вал; 14 – задний блок подшипника; 15 – муфта; 16 – электродвигатель; 17 – станина; 18 – гайка для регулирования зазора между контрножом крыльчатки и режущим ножом ротора

Другой тип центробежного стружечного станка имеет неподвижный ножевой ротор. Крыльчатка и ротор конической формы. Перерабатываемый материал подается в станок через воронку (рис. 35). Материал равномерно распределяется крыльчаткой по всей длине режущих ножей. Контрножи, расположенные на концах лопастей крыльчатки, с силой выбрасывают древесину на режущие ножи. Лопасти и контрножи крыльчатки расположены по диагонали к ножам, чтобы противодействовать стремлению стружки перемещаться к основанию конуса.

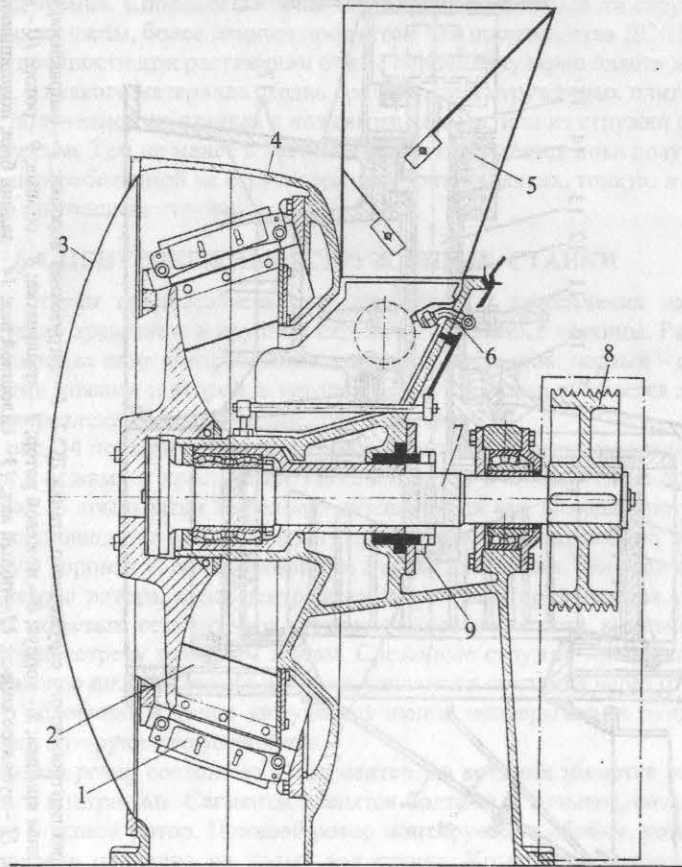


Рис. 35. Стружечный станок с коническим ротором: 1 – ротор с ножами; 2 – крыльчатка; 3 – крышка; 4 – корпус станка; 5 – загрузочная воронка; 6 – распылитель воды; 7 – вал крыльчатки; 8 – шкив; 9 – регулировочная гайка

Величина выступа режущих ножей над внутренней поверхностью ножевого ротора определяет толщину срезаемых частиц. Однако происходящие в процессе работы износ, выкрашивание и поломки ножей будут вызывать увеличение зазора между ножами и контрножами, а следовательно, и толщины частиц. Стружечные станки с цилиндрическим ножевым ротором и крыльчаткой имеют между ножами и контрножами изменяемый зазор, который регулируется в сторону уменьшения заданной толщины частиц. Для данной установки ножей текущее значение зазора зафиксировано.

Крыльчатка станка выполняет функции вентилятора, который перемещает материал, находящийся в воздухе. Поскольку крыльчатка вращается внутри станка, возникает эффект вентилятора, и она распределяет материал равномерно поперек режущих ножей. Завихрения, создаваемые лопастями крыльчатки, обеспечивают поток воздуха для полного удаления из станка срезанных частиц.

§ 5. СТАНКИ ВТОРИЧНОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

Высокие требования, предъявляемые мебельной промышленностью к качеству плит и древесных частиц, идущих на облицовочный слой, содействовали созданию станков (мельниц), позволяющих получать тонкоизмельченный материал из древесной стружки, опилок, стружки-отходов.

В мельницах древесные частицы, отбрасываемые на ситовые вкладыши и сегменты размола, расщепляются главным образом вдоль волокон (рис. 36, а, б). Эти машины работают с высокой окружной скоростью (более чем 90 м/с), чтобы достигнуть оптимальной силы воздействия на частицу. При обработке материала высокой влажности машины с неподвижным ситовым вкладышем быстро забиваются. В этом случае предпочтительнее мельницы с вращающимся навстречу крыльчатке ситом (рис. 36, а). Дополнительные преимущества станков с вращающимся ситом – высокая производительность и (при такой же величине ячеек в сите) более тонкое измельчение частиц.

В более тяжелых станках (рис. 36, б, з) тяжелые частицы с относительно малой поверхностью сильнее ударяются о сегменты размола, чем более легкие частицы. Как следствие частицы, уже достигшие нужной степени размола, не претерпевают дальнейшего уменьшения. Дальнейший просеивающий эффект в мельнице осуществляется потоком воздуха, поскольку он будет уносить размолотый материал с сегментов размола и протаскивать сквозь сито. Отдельные частицы, недостаточно измельченные на сегментах размола, раздавливаются между лопастями крыльчатки и поверхностью сита. Для влажного материала предпочтительнее станки со встречным вращением сита (рис. 36, з), имеющие тот же принцип действия.

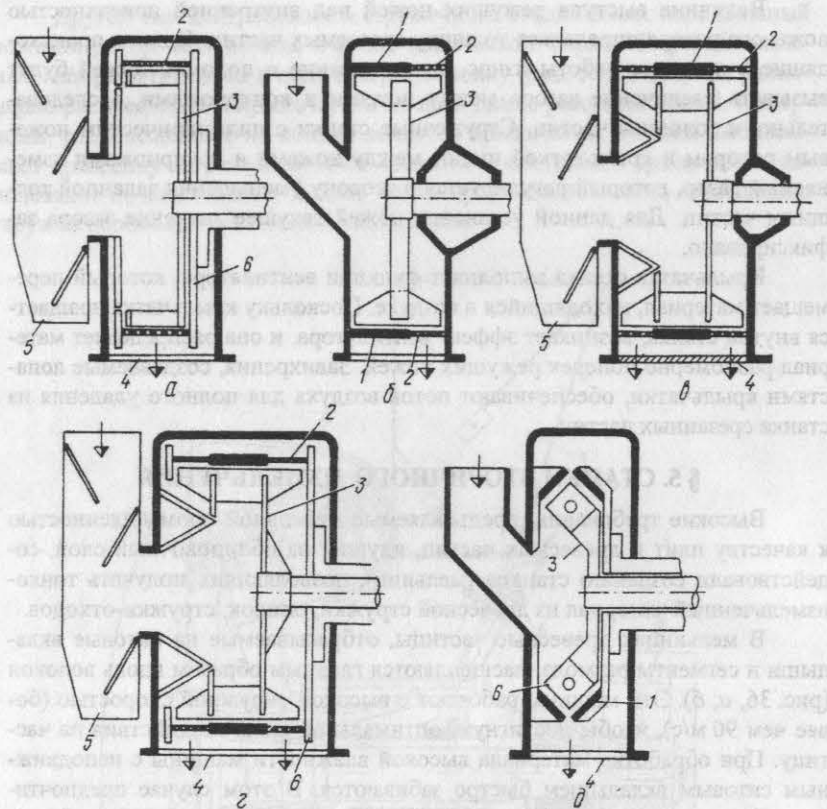


Рис. 36. Схемы станков вторичного измельчения древесных частиц: 1 — сегменты размола; 2 — ситовые вкладыши; 3 — крыльчатки; 4 — удаление кондиционных частиц; 5 — удаление посторонних включений; 6 — ротор

Имеются станки с комбинацией ударного воздействия и принципа трения, называемые турбомельницами. Это машина со встречным вращением крыльчатки и ротора без сит (рис. 36, д). Размолотый материал покидает сегменты размола через регулируемый промежуток между сегментами крыльчатки и ротора. Турбомельницы просты по устройству и не требуют сложного оборудования.

Отечественная промышленность освоила ряд мельниц для получения мелких древесных частиц. Разработаны мельницы ДМ-8 и ДМ-6 и зубчато-ситовые барабаны к стружечным станкам ДС-5 и ДС-7. Все эти мельницы отличаются от центробежных станков конструкцией барабана. В стружеч-

ных станках в барабане установлены ножи, а в зубчато-ситовых мельницах внутренняя поверхность барабана образована из чередующихся зубчатых блоков и ситовых вкладышей. В зависимости от требуемых размеров частиц ситовые вкладыши имеют отверстия диаметром 2–6 мм или сечением 2×10, 3×15, 4×20 мм и др. Зубчатый блок состоит из стальных пластин, набранных таким образом, что внутренняя рабочая поверхность блока получается рифленой.

Крыльчатка 7 мельницы ДМ-8 (рис. 37) имеет две рабочие зоны. По функциональному назначению их можно условно определить как зоны измельчения и просеивания. В зоне измельчения расположены часть крыльчатки со стороны крышки и кольцевая измельчающая дорожка барабана 6, охватывающая с определенным зазором лопасти крыльчатки. В зоне просеивания расположены лопасти крыльчатки, окруженные ситами барабана.

Зубчато-ситовый барабан в виде полого цилиндра размещен в обойме и удерживается в ней четырьмя прихватами, установленными на торцевой части обоймы.

Измельчающая дорожка барабана состоит из отдельных вкладышей, на рабочих поверхностях которых расположены зубья под некоторым углом к оси вращения. Расположение и профиль зубьев выбраны таким образом, чтобы гарантировалась определенная продолжительность пребывания древесного материала в зоне измельчения. Сита барабана изготовлены из листовой стали.

Измельчаемый материал поступает в станок через дозирующий винтовой загрузчик и сепарирующую воронку. Загрузчик обеспечивает равномерную загрузку, что благоприятно сказывается на качестве получаемой стружки и позволяет оптимально использовать мощность приводов. Сепарирующая воронка предохраняет от попадания в рабочую полость дробилки минеральных включений и других посторонних предметов. Далее материал поступает в зону измельчения, где измельчается в основном в результате удара древесных частиц о зубья измельчителей, била лопастей крыльчатки, а также от соударения частиц между собой. Достигшие определенных размеров древесные частицы подхватываются воздушным потоком и выносятся через кольцевую щель между промежуточным диском крыльчатки и барабаном в зону просеивания. Таким образом, конструкция крыльчатки дает возможность формировать поперечный к направлению ее вращения поток воздуха и отделять при этом достаточно тонкие древесные частицы от остальной массы. Изменяя продолжительность пребывания древесного материала в зоне измельчения, что определяется конструкцией измельчающей дорожки, можно регулировать степень его измельчения.

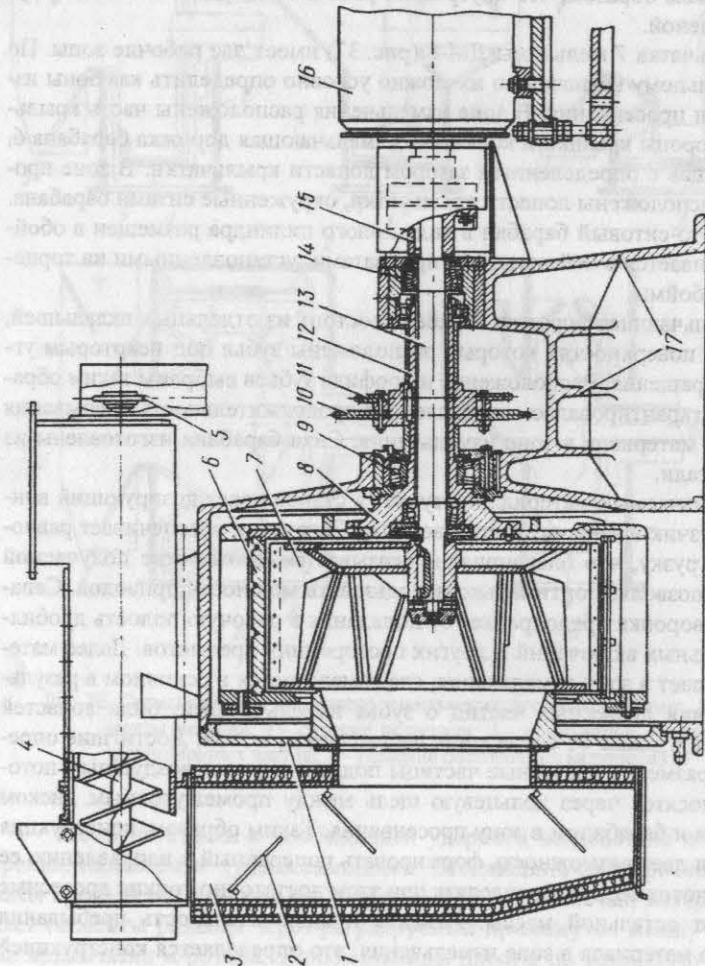


Рис. 37. Зубчато-ситовая мельница ДМ-8: 1 – крышка; 2 – лопатка; 3 – загрузочная воронка; 4 – винтовой загрузчик; 5, 10, 11 – зубчатые колеса; 6 – зубчато-ситовый барабан; 7 – крыльчатка; 8 – ротор; 9 – передний блок подшипника; 12 – полный вал барабана; 13 – вал крыльчатки; 14 – задний блок подшипника; 15 – муфта; 16 – электродвигатель; 17 – корпус (станина)

Детали и узлы мельниц вследствие малых сил трения и отсутствия режущих острых ножей имеют небольшой износ. Удельная потребляемая энергия относительно низка, поскольку невелико перетирающее действие. Выход кондиционной стружки достаточно высок, а нежелательной пыли получается мало. Поток воздуха, проходящий через машину, создает охлаждающее действие и очищает ее. Сегменты размола имеют различную конфигурацию, а сита – различный размер и форму ячеек. Это делает машину очень гибкой и пригодной для переработки различных материалов.

§ 6. МОЛОТКОВЫЕ ДРОБИЛКИ

В молотковых дробилках для измельчения материала используется ударное воздействие. Частицы, остающиеся слишком большими после первого удара, проталкиваются вдоль поверхности сита и за счет сдавливания между отверстиями сита и молотками претерпевают дальнейшее уменьшение. Размер ячеек сита определяет размер получаемых частиц. Ударными элементами в дробилках служат свободно подвешенные молотки или стальные пластины (била).

Молотковые дробилки – это простые машины с дешевыми сменными деталями. Однако, поскольку материал измельчается под действием плохо контролируемых процессов раскалывания и разбивания, возможности управления формой получаемых частиц невелики. При использовании сит с мелкими ячейками получается высокий процент нежелательной пыли. Различные размеры и форма ячеек сита дают возможность варьировать величину и геометрию получаемых древесных частиц. Форма молотков (бил) может быть самой разнообразной и воздействие их на дробимый материал также различно. На рис. 38 представлены некоторые формы молотков.

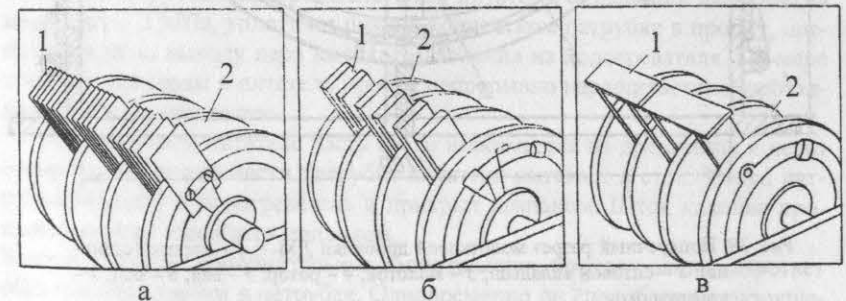


Рис. 38. Установка различных молотков: а – в виде пластины; б – двойные; в – П-образные; 1 – молотки (била); 2 – ротор

Отечественная промышленность изготавливает молотковую дробилку ДМ-7 (рис. 39), измельчающую стружку для внутреннего и наружных слоев. Рабочий орган дробилки – ротор, состоящий из 14 стальных дисков, на-

саженных на вал. В каждом диске имеется шесть пазов, в которые установлены оси для насадки молотков. На каждую ось надевают по 150 молотков, представляющих собой стальные пластины размером 190×60×3 мм.

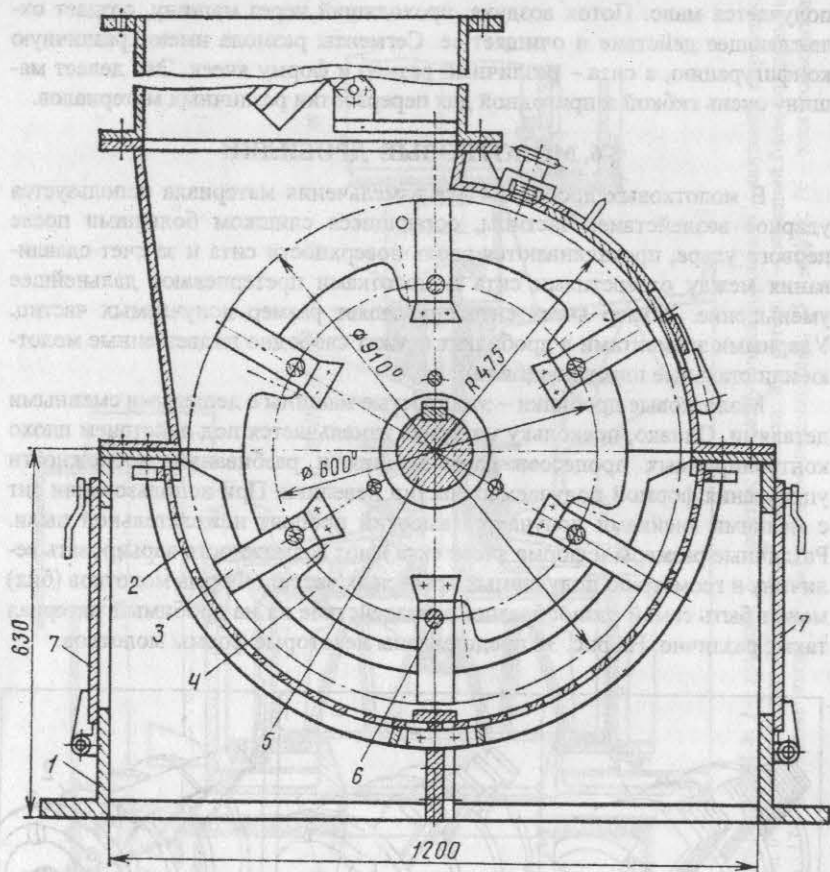


Рис. 39. Поперечный разрез молотковой дробилки ДМ-7: 1 – корпус (станина); 2 – ситовой вкладыш; 3 – молоток; 4 – ротор; 5 – вал; 6 – оси; 7 – крышки окон

Поступающая через загрузочную воронку стружка под действием центробежной силы ротора отбрасывается к ситовым вкладышам. Здесь стружка встречается с молотками и разбивается ими в более мелкие частицы (в основном по ширине). Измельченные частицы проходят через отверстия ситовых вкладышей и воздушным потоком, создаваемым ротором,

выбрасываются из дробилки вниз. Размеры древесных частиц после измельчения зависят в основном от формы и размеров отверстий ситовых вкладышей. Применяя сита с отверстиями различных размеров, можно получить разный фракционный состав древесных частиц; чем меньше размеры отверстий, тем мельче древесные частицы, но при этом соответственно уменьшается и производительность дробилки.

В молотковых дробилках чаще всего применяют сита с отверстиями прямоугольной формы 2×5, 2×20, 4×30, 3×35, 4×50, 5×60, 10×25, 12×30 мм. Применяя сита с прямоугольными ячейками 2×5 мм или с круглыми отверстиями небольшого диаметра (3–5 мм), с помощью молотковой дробилки можно получить древесные частицы для формирования наружных слоев плит с мелкоструктурной поверхностью.

Производительность молотковой дробилки зависит в основном от размеров ситовых отверстий и влажности измельчаемой стружки. Чем больше размер отверстий сит, тем больше производительность, чем выше влажность измельчаемой стружки, тем меньше производительность. Производительность молотковой дробилки при измельчении влажной стружки ($W \geq 80\%$) примерно в 1,5–2 раза меньше, чем при измельчении сухой стружки ($W \leq 14...5\%$). При измельчении влажной стружки получают более качественные мелкие древесные частицы.

§ 7. ПЕРВИЧНЫЙ РАЗМОЛ. ДЕФИБРАТОРЫ

Схема установки дефибратора представлена на рис. 40. Щепка из бункера равномерно поступает в приемное отверстие винтового питателя. Винт питателя приводится от электродвигателя через передачу и редуктор. Питатель, имеющий внутри подающий винт, проталкивает щепу через конический патрубок в подогреватель. Винт питателя, создающий давление на щепу около 2 МПа, уплотняет щепу в коническом патрубке в пробку, препятствующую выходу пара высокого давления из подогревателя. По мере поступления щепы в питатель пробка непрерывно наращивается и проталкивается в подогреватель.

В винтовом питателе часть влаги выжимается из древесины и через отверстия в нижней части патрубка питателя вытекает в сток. Конец патрубка выходит в подогреватель и прикрыт клапаном. Шток клапана пропущен наружу и снабжен приводом. Клапан, создавая дополнительное сопротивление прохождению щепы, помогает образованию пробки в патрубке. Одновременно он способствует разрушению пробки при выходе ее в подогреватель и предотвращает выход из него пара. На спрессованную в пробку щепу действует пар высокого давления, она разбухает и рассыпается. Пар прогревает древесину до высокой температуры.

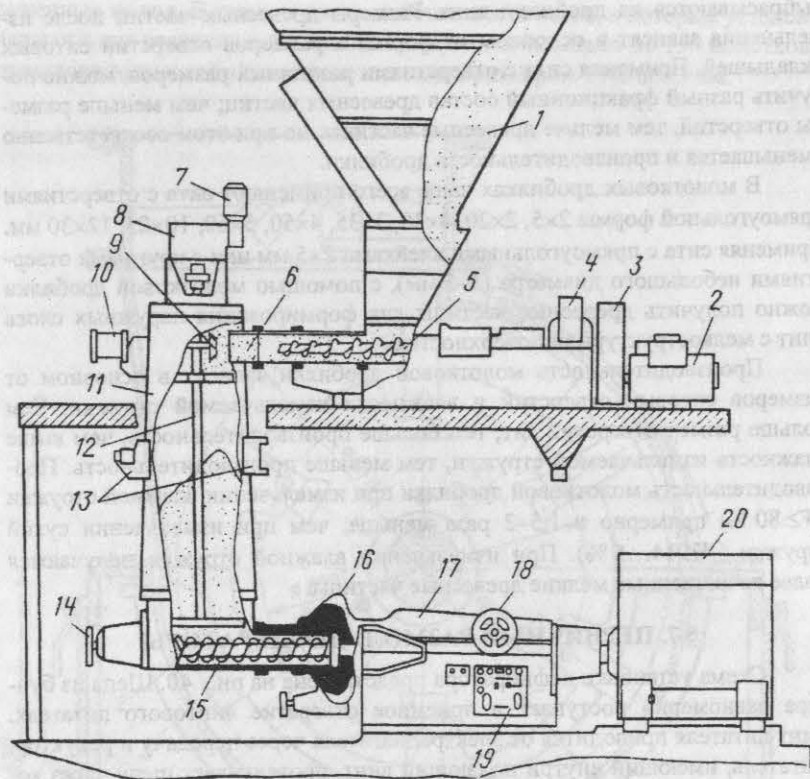


Рис. 40. Схема установки дефибратора: 1 – бункер щепы; 2 – электродвигатель привода винта питателя; 3 – клиноремная передача; 4 – редуктор; 5 – винт подачи щепы в подогреватель; 6 – раструб; 7 – электродвигатель привода мешалки; 8 – редуктор; 9 – клапан загрузки; 10 – привод клапана; 11 – подогреватель; 12 – мешалка; 13 – датчики уровня щепы; 14 – шкив привода винта; 15 – винт подачи щепы в дефибратор; 16 – дефибратор; 17 – станина дефибратора с механизмом прижима; 18 – штурвал прижима дисков; 19 – пульт управления; 20 – электродвигатель привода диска дефибратора

Щепа из камеры предварительного нагрева под действием собственной массы поступает в разгрузочный винтовой конвейер. Камера конической формы. Заданный уровень щепы автоматически поддерживается посредством изотопных устройств или датчиков. В камере имеется медленно вращающаяся мешалка, способствующая движению древесных частиц к разгрузочному конвейеру и предотвращающая образование сводов на дне

устройства. Разгрузочный винтовой конвейер подает материал в центр неподвижного диска и в центр вращающегося диска. Этот конвейер приводится от многоскоростного двигателя. Его винт не формирует пробки, как это делает винт подающего устройства. Пробка формируется из волокон между дисками так, что давление камеры предварительного нагрева сохраняется и в зоне дисков.

Щепа через центральное отверстие неподвижного диска попадает на установленную на конце вала против этого отверстия шайбу. Вращающаяся шайба отбрасывает щепу к периферии, в зону истирания размольных дисков. Рабочие поверхности размольных дисков снабжены канавками и рифлениями с острыми краями, которые смещены так, что прямое прохождение частиц древесины по канавкам исключается. Поэтому щепа, перемещаясь благодаря формам насечек к периферии дисков, перетирается при высокой температуре под давлением пара в размольной камере, разделяясь на отдельные волокна и пучки волокон.

В камере размола размягченная паром древесина превращается в волокно и выбрасывается с дисков наружу под действием избыточного давления пара и центробежных сил. Отдельно контролируют давление пара для зоны размола и камеры предварительного нагрева, что позволяет устанавливать между ними положительный или отрицательный градиент давления. Пар поступает в подающую трубу дефибратора верхней части пропаривателя и в зону размола. Разность давлений во входной и разгрузочной частях дисков можно регулировать для того, чтобы получить нужный поток пара и волокна. Для этого корпус дисков оборудован дренажным клапаном и клапаном потока продукции. Последний имеет регулируемое отверстие, контролирующее скорость, с которой волокно и пар удаляются из дефибратора. Величина давления в зоне размола устанавливается автоматически регулированием давления пара и величины отверстия в выпускном клапане. Для перехода щепы из подающей зоны в размалывающую на диске сделаны широкие впадины. Практически разمول начинается во второй зоне. Щепа подаваемая между дисками, по канавкам движется к периферии дисков за счет возникающей при вращении центробежной силы и за счет действия наклонных к радиусу канавок и рисок. При этом острые края канавок растирают древесину, отделяя волокна друг от друга, частично раздавливая отдельные волокна и перерезая их.

В процессе работы острые кромки канавок и углублений дисков затупляются, при этом уменьшается степень размола, снижается качество массы и производительность дефибраторов. Цельные диски с фрезерованной поверхностью снимают и затачивают на дискзаточном станке.

§ 8. РАЗМОЛ ДРЕВЕСНОЙ МАССЫ

Древесная масса, полученная после первичного размола щепы на дефибраторах, имеет в своем составе не полностью размолотые пучки волокон, включая неразмолотую щепу, прошедшую между размольными дисками при продувке и прочистке. Для вторичного размола массы устанавливают мельницы, на которых также производят размол древесины без последующего размола. Это характерно в производстве ДВП сухим способом.

Мельницы бывают с одним и с двумя вращающимися дисками. На рис. 23, б дан поперечный разрез дисковой мельницы, со встроенным двигателем. Вал ротора двигателя с закрепленным на левом конце вращающимся диском имеет горизонтальное перемещение посредством маховика, смонтированного на правой части машины. Это перемещение позволяет регулировать расстояние между поверхностями вращающегося и неподвижного диска, который служит частью двери машины. Материал подается в машину слева и проходит между поверхностями дисков. Он отбрасывается центробежной силой на периферию дисков и во время этого движения размалывается. Эти машины могут иметь загрузочное устройство вместо воронки и применяются с дисками различных диаметров.

На рис. 41 показана дисковая мельница с двумя вращающимися навстречу друг другу дисками, оборудованная двумя двигателями, по одному на каждый диск. Левый диск имеет спицы, между которыми материал поступает из воронки 1, оборудованной винтовым загрузочным устройством. Вал 5 ротора двигателя с закрепленным на нем диском 3 имеет регулируемое перемещение от левого диска с помощью маховика. Зазор между дисками, устанавливаемый с точностью 0,025 мм, составляет 1,5 мм или больше. Обычно в центре дисков он наибольший и уменьшается к их периферии, что позволяет постепенно размалывать в волокна крупные частицы. В двухдисковых мельницах диаметры дисков и мощность двигателей различны. На рис. 41 заштрихованная область показывает движение волокна в камере.

В однодисковых станках (как и в дефибраторах) при вращении одного диска движение отдельной древесной частицы происходит по спирали. По сравнению с однодисковыми мельницами при данной частоте вращения диска двухдисковые мельницы имеют вдвое большую относительную окружную скорость, поскольку диски вращаются навстречу друг другу и движение частицы происходит по радиусу диска. Двухдисковые мельницы широко используются для получения волокна в производстве ДВП.

В мельницах широко применяется также смешивание волокна, связующего и парафина. Левый конец вала, имеющий внутренний винт, проходящий по всей длине, пропускают через внешнюю подшипниковую опору. Внешний конец закрепляют во вращающемся приспособлении и присоединяют к насосу. Связующее подается в центр диска мельницы, где встречается со щепой и равномерно распределяется в ней. Эта система заменяет смесители.

Дисковые мельницы, работающие в производстве ДВП сухим способом, оборудуются двухвинтовым подающим механизмом, циркуляционной системой смазки, гидравлическим усилителем для ручного регулирования положения дисков, отверстиями для принудительной вентиляции главных двигателей. Последнее очень важно при сухом способе производства плит, так как внешняя очистка воздуха предотвращает попадание в двигатель древесной пыли и ее возгорание. Эти дисковые мельницы используют при мощности двигателя до 200 кВт, хотя выпускаются и более мощные машины. Двухдисковые машины ограничиваются мощностью 220–440 кВт, на них получают частицы для сухого способа производства ДВП. Оба вида мельниц могут иметь станину как чугунную, так и из нержавеющей стали.

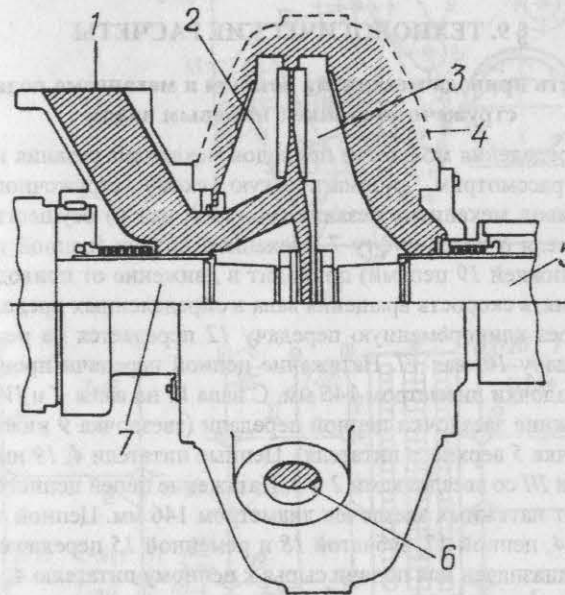


Рис. 41. Схема устройства мельницы с двумя вращающимися дисками: 1 — подача древесины или древесной массы; 2 — левый диск; 3 — правый диск; 4 — корпус камеры размола; 5 — правый вал; 6 — выход продукта; 7 — левый вал

Эти станки имеют на дисках устройства для отбрасывания или сдувания древесной муки или волокон, которые могут остаться внутри мельницы и послужить причиной пожара. Спицы в двухдисковой мельнице способствуют циркуляции воздуха и тем самым ее охлаждению. Воздуш-

ный отсасывающий поток предназначен для переноса готовых волокон, разгрузки их из мельницы и передачи дальше по технологическому потоку. Необходимо направлять этот поток так, чтобы он проходил через мельницу, увеличивая производительность мельницы и охлаждая ее изнутри.

Двухдисковые мельницы считаются наилучшим оборудованием для получения размолотого до волокон материала. Встречное вращение дисков обеспечивает относительную частоту вращения $2400\text{--}3600\text{ мин}^{-1}$. И, что особенно важно, — преобладающее количество частиц ориентировано между дисками в радиальном направлении, а это будет способствовать их более тонкому измельчению.

Имеется много типов размалывающих дисков, применяемых в нескольких сочетаниях. Они могут быть плоскими или коническими.

§ 9. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

Мощность привода механизма резания и механизма подачи в стружечном станке с ножевым валом

Для определения мощности приводов механизма резания и механизма подачи рассмотрим кинематическую схему стружечного станка (рис. 42). Привод механизма резания (ножевой вал 6) осуществляется от электродвигателя 8 через муфту 7. Механизм подачи (цепной питатель с верхней 4 и нижней 19 цепями) приходит в движение от привода 13, способного изменять скорость вращения вала в определенных пределах. Далее движение через клиноременную передачу 12 передается на редуктор 11, цепную передачу 10, вал VI. Натяжение цепной передачи происходит от натяжной звездочки диаметром 146 мм. С вала VI на валы V и IV передают движение нижние звездочки цепной передачи (звездочка 9 нижнего питателя и звездочка 5 верхнего питателя). Цепные питатели 4, 19 имеют верхние валы VII и III со звездочками 2 и 3. Натяжение цепей цепного питателя 1 происходит от натяжных звездочек диаметром 146 мм. Цепной питатель 1 с приводом 14, цепной 17, зубчатой 18 и ременной 15 передачами, редуктором 16 предназначен для подачи сырья к цепному питателю 4, 19.

Рассмотрим условия резания древесины в стружечном станке с ножевым валом на примере рис. 43 и 44.

На рис. 43 представлена схема резания древесины на станке с ножевым валом. Ножи 1 и 4 для резания древесины на стружки имеют гребенчатую форму, поэтому отпадает необходимость в устройстве подрезателей. Таким образом, каждый гребень ножа срезает стружку определенной длины. Нож 4, двигаясь по дуге окружности со скоростью v , срезает стружку заданной толщины и определенной длины, оставляя в древесине 5 впадину 2. Нож 1, двигаясь вместе с ножевым валом вслед за ножом 4, срежет слой древесины (выступ 3) той же толщины и той же длины, что и нож 4.

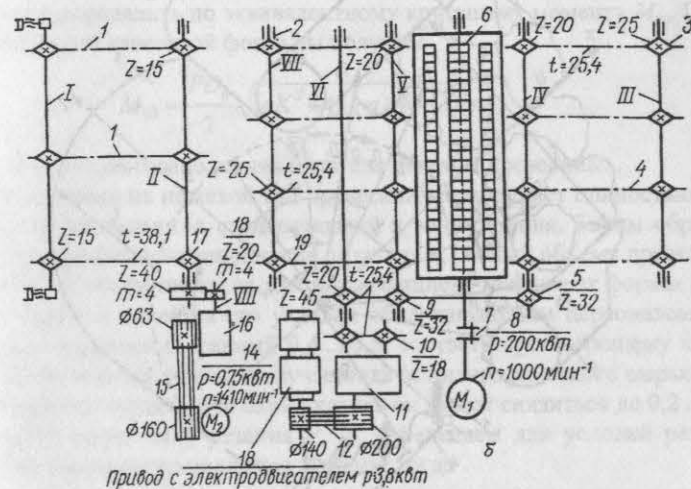
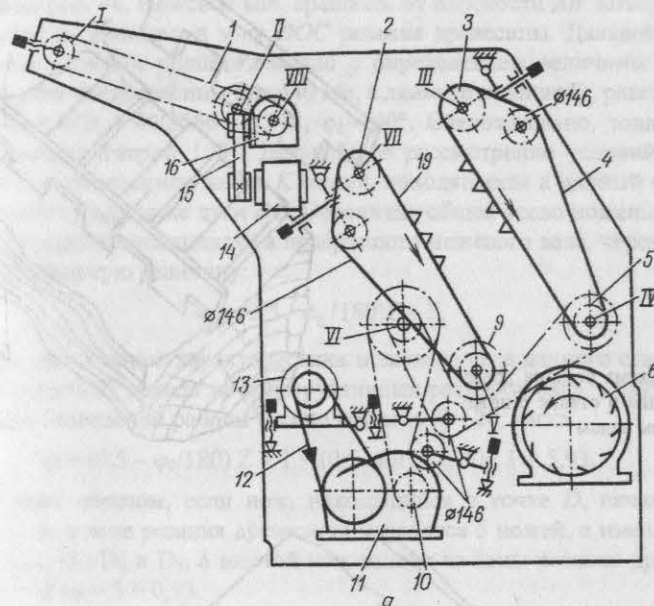


Рис. 42. Кинематическая схема стружечного станка с ножевым валом (а — вид сбоку, б — в плане)

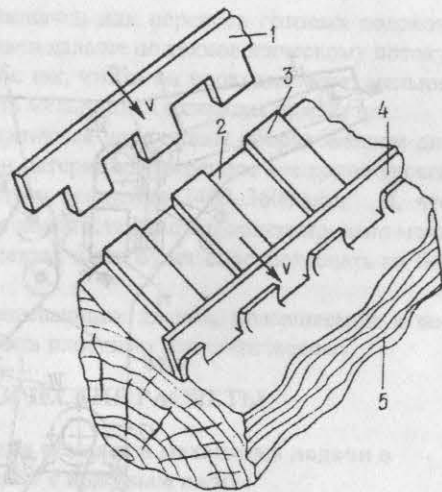


Рис. 43. Схема резания древесины в станке с ножевым валом

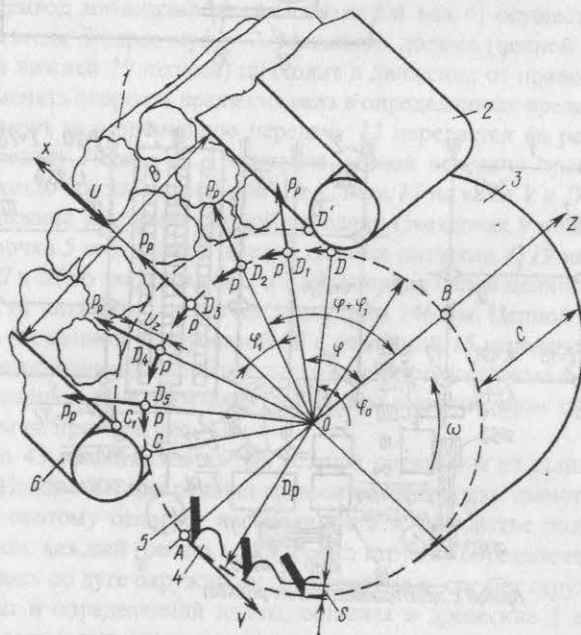


Рис. 44. Условия резания древесины в станке с ножевым валом: 1 — древесина; 2 — верхний конвейер; 3 — ножевой вал; 4 — ножевая впадина; 5 — нож; 6 — нижний конвейер

Рассмотрим условия резания древесины согласно схеме, представленной на рис. 44. Ножевой вал, вращаясь от плоскости AB , поворачивается на угол φ_0 и входит в зону DOC резания древесины. Дальнейшее рассмотрение условий резания связано с определением величины φ_0 . Если ширина резания древесины $B = 440$ мм, а диаметр резания D_p равен 566 мм, то $\cos \varphi_0 = B/D_p = 440/566 = 0,778$; $\varphi_0 = 40^\circ$. Следовательно, зона резания DOC равна примерно 100° . Дальнейшее рассмотрение условий резания связано с определением числа K ножей, находящихся в данный момент в зоне резания на участке дуги DC . Обозначив общее число ножевых впадин (число ножей), находящихся на поверхности ножевого вала, через Z , получим безразмерную величину:

$$m = (0,5 - \varphi_0/180)Z + 1. \quad (53)$$

Из технической характеристики ножевого вала данного станка можно определить Z ; исходя из конструктивных размеров вала, а также из условий его безопасной работы можно принять $Z = 20$, тогда

$$m = (0,5 - \varphi_0/180)Z + 1 = (0,5 - 40/180)20 + 1 = 5,93. \quad (54)$$

Таким образом, если нож, находящийся в точке D , начал срезать стружку, то в зоне резания древесины находятся 5 ножей, а именно в точках D_1, D_2, D_3, D_4 и D_5 , а шестой нож вышел из зоны резания древесины, тогда $m = K + a = 5 + 0,93$.

Для данных условий работы ножевого вала мощность его привода, кВт, можно определить по эквивалентному крутящему моменту $M_{pз}$. После преобразований известной формулы получим

$$M_{pз} = \frac{PD_p}{2} \sqrt{[aK^2 + (1-a)(K-1)^2\alpha]}, \quad (55)$$

где α — коэффициент заполнения питателя пакетом древесины.

Подаваемая на ножевой вал древесина не заполняет полностью объема механизма подачи, а следовательно, и зону резания. Таким образом, возникает коэффициент заполнения питателя α , равный объему древесины, деленному на объем питателя. Этот коэффициент зависит от формы подаваемого сырья и качества его укладки обслуживающим персоналом. Коэффициент заполнения, равный 0,4 ... 0,5, соответствует хорошему заполнению и достигается только в случае подачи цилиндрического сырья. При кривых мерных чурках и плохой укладке он может снизиться до 0,2 ... 0,3.

Касательную силу резания P, H , определяем для условий резания древесины сосны затупившимися ножами, тогда

$$P = 9,8(0,18 + 0,28h_{cp})C_i, \quad (56)$$

где h_{cp} — средняя толщина стружки, мм; C_1 — длина режущей кромки ножа с учетом формы кромки (сплошная, гребенчатая), мм. При гребенчатой форме ножа C_1 определяется как $C/2$.

Для перехода на резание другой породы древесины или смеси пород при расчете необходимо ввести коэффициент перехода на другую породу $K_s = \rho_n / \rho_c$, где ρ_n — плотность древесины, подаваемой на резание, кг/м³; ρ_c — плотность древесины сосны, кг/м³.

Толщина стружки h изменяется по длине дуги резания. При изменении текущего угла φ , как показано на рис. 45, толщина меняется следующим образом: $h_\varphi = u_z \sin \varphi$. Минимальная толщина стружки $h_{min} = u_z \sin \varphi = u_z \sin 40^\circ = 0,64u_z$. Максимальная толщина стружки $h_{max} = u_z \sin \varphi = u_z \sin 90^\circ = u_z$.

Толщина стружки в соответствии с рис. 57 изменяется в зависимости от угла φ нелинейно. Средняя толщина стружки соответствует толщине стружки, получаемой при $\varphi = 60^\circ$:

$$h_{cp} = u_z \sin \varphi = u_z \sin 60^\circ = 0,87u_z. \quad (57)$$

Мощность привода механизма резания определяется по формуле

$$N_{рез} = M_{рз} n K_s / 9550 \eta, \quad (58)$$

где n — частота вращения ножевого вала, мин⁻¹; η — коэффициент, учитывающий КПД электродвигателя, муфты и опорных подшипников.

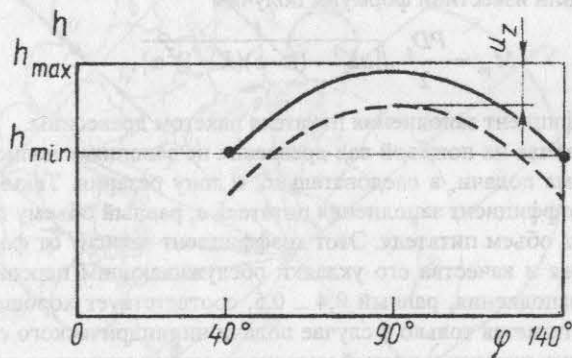


Рис. 45. Изменение толщины стружки при резании древесины в станке ножевым валом

Мощность привода подачи определяется из условий преодоления силы, направленной против подачи u , т. е. это должна быть сила, сложенная из сил противодействия (радиальных сил, действующих по точкам D_1, D_2, D_3, D_4 и D_5 , так как в резании в данный момент участвует 5 ножей). В общем виде радиальная сила

$$P_p = \sqrt{P_x^2 + P_z^2}, \quad (59)$$

где P_x — составляющая по оси x .

Для точек D_1 и D_2 $P_x = C_1 P_p \sin \varphi + C_1 P_p \sin (\varphi + \varphi_1)$; для точек D_4 и D_5 $P_x = C_1 P_p \sin \varphi + C_1 P_p \sin (\varphi + \varphi_1)$; P_p — радиальная составляющая удельного сопротивления резанию (при резании сосны затупившимся ножом можно принять равной 2 Н/мм). Отсюда

$$P_x = 2C_1 P_p [\sin \varphi + \sin (\varphi + \varphi_1)]. \quad (60)$$

Суммарное усилие P_z складывается из суммы проекций касательных усилий на ось z (аналогично P_x): $P_z = 2P_p [\sin \varphi + \sin (\varphi + \varphi_1)]$. Определим скорость резания, м/с: $v = \pi D_p n / 60$. Время резания стружки с длиной дуги DC , с

$$t = \pi R_p (180 - 2\varphi_0) / v, \quad (61)$$

где R_p — радиус резания, м. Скорость подачи, м/с, будет равна $u = \frac{h_{cp}}{t \cdot 1000}$.

Тогда мощность подачи, кВт, определяется из уравнения

$$N'_n = P_p u / 1000. \quad (62)$$

Для определения мощности привода механизма подачи в формулу мощности подачи необходимо ввести общий коэффициент потерь мощности в элементах кинематической схемы, т. е.

$$N = N'_n / \eta, \quad (63)$$

где η — коэффициент полезного действия с учетом потерь мощности во всех элементах кинематической схемы,

$$\eta = \eta_n \eta_{ш.п} \eta_p \eta_{р.п} \dots \eta_n, \quad (64)$$

где η_n — КПД подшипниковых опор; $\eta_{ш.п}$ — КПД цепной передачи; η_p — КПД редуктора; $\eta_{р.п}$ — КПД ременной передачи и т. д.

Расчет крепления ножа. Узел крепления ножа представлен на рис. 46. В ножевом валу 1 имеется паз, где устанавливается нож 4, держатель ножа 3, клин 2, пружина 6 и планка 5, закрепленная в пазу неподвижно с помощью винтов. В общем виде, когда вал находится в покое, в системе узла действуют силы: F — сила действия пружины; P — реакция стенки паза на клин; P_f — сила трения; N — реакция держателя на клин; N_f — сила трения. Рассмотрим действие сил на каждый элемент узла при вращении ножевого вала.

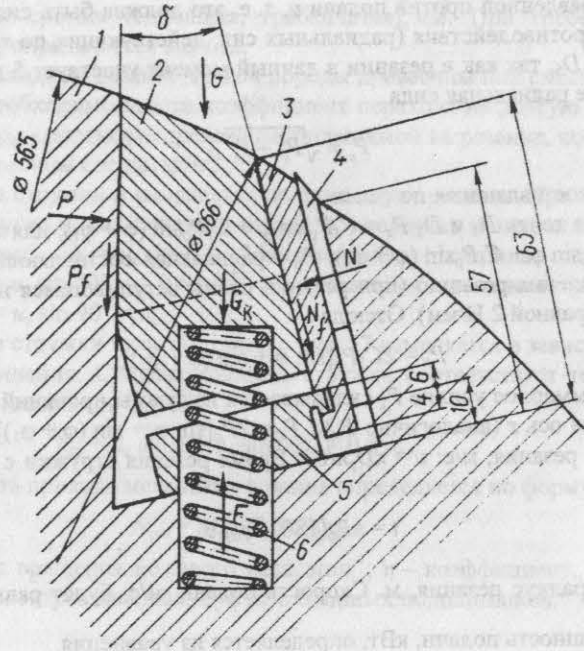


Рис. 46. Схема крепления ножа в ножевом валу

Центробежные силы (рис. 47): $F_n = m_n R_n \omega^2$,
 a – для ножа $F_n = m_n R_n \omega^2$,

где m_n – масса ножа; R_n – расстояние от центра вращения ножевого вала до центра тяжести ножа, м; ω – угловая скорость вращения ножевого вала, $F_{ny} = m_n R_n \omega^2 \sin \alpha$ (по линии действия N); $F_{nx} = m_n R_n \omega^2 \cos \alpha$. Сила F_{nx} стремится сдвинуть нож и выбросить его из ножевого вала по линии действия этой силы;

b – для держателя $F_d = m_d R_d \omega^2$,

где m_d – масса держателя; R_d – расстояние от центра вращения ножевого вала до центра тяжести двигателя, м; $F_{dy} = m_d R_d \omega^2 \sin \beta$ (по линии действия N); $F_{dx} = m_d R_d \omega^2 \cos \beta$. Сила F_{dy} стремится прижать нож к стенке ножевой пазухи по линии действия этой силы;

v – для клина $F_k = m_k R_k \omega^2$ (по линии действия P),

где m_k – масса клина; R_k – расстояние от центра вращения ножевого вала до центра тяжести клина, м.

По теореме синусов $F_{ky} = m_k R_k \omega^2 \sin (90^\circ + \gamma - \delta) / \sin \delta$. Сила F_{ky} стремится прижать держатель и нож к стенке ножевой пазухи по линии действия

этой силы. Силы F_{ny} , F_{dy} и F_{ky} вызывают силы трения, стремящиеся удерживать нож в неподвижном состоянии. Тогда условие равновесия ножа выразится уравнением

$$F_{nx} \leq [F_{ny} + 2(F_{dy} + F_{ky})]f, \quad (65)$$

где $2(F_{dy} + F_{ky})$ – сумма сил, действующих на две плоскости ножа; f – коэффициент трения. Тогда

$$m_n R_n \omega^2 \cos \alpha \leq f \omega^2 \{m_d R_d \sin \alpha + 2[m_d R_d \sin \beta + m_k R_k (\sin 90^\circ + \gamma - \delta) / \sin \delta]\}.$$

Пример. $\alpha = 36^\circ$; $\beta = 34^\circ$; $\gamma = 25^\circ$; $\delta = 20^\circ$; $R_n = 0,175$ м, $R_d = 0,173$ м, $R_k = 0,165$ м; $m_n = 0,66$, $m_k = 7,85$, $m_d = 2,48$; $f = 0,05$. Тогда $0,66 \cdot 0,175 \cos 36^\circ \leq 0,05 \{0,66 \times 0,175 \sin 36^\circ + 2[2,48 \cdot 0,173 \sin 34^\circ + 7,85 \cdot 0,165 \sin 95^\circ / \sin 20^\circ]\}$, или $0,093 < 0,4$. Коэффициент запаса зажима ножа $K_3 = 0,4 : 0,093 = 4,31$, что вполне достаточно.

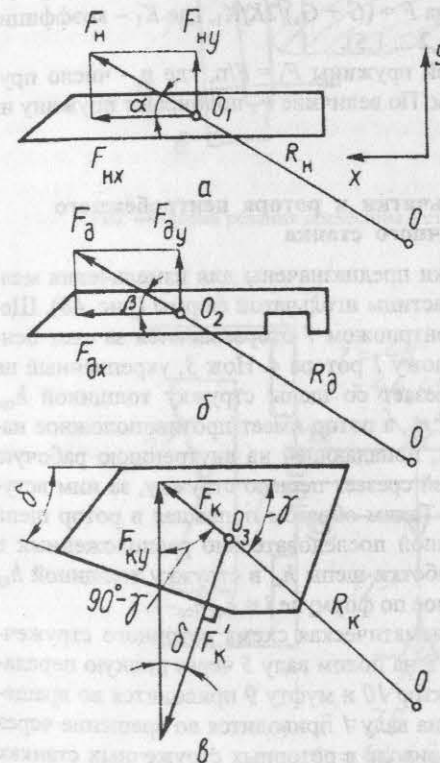


Рис. 47. Схемы действия сил: а – на нож; б – на держатель; в – на клин

Численные значения масс, расстояний и углов для данного ножевого вала определяются из конкретных размеров, конструкции этого вала и узла крепления ножа.

Расчет пружины. При установке или смене ножа достаточно нажать с какой-то силой на клин (см. рис. 46), утапливая его в ножевом пазу. Пружина сжимается под действием силы, и клин освобождает от зажима нож и держатель. В состоянии, когда ножевой вал находится в покое, сумма проекций сил на ось x , проходящую по линии действия F : $Pf + Nf \cos \delta - N \sin \delta + F = 0$. На ось y : $P - Nf \sin \delta - N \cos \delta = 0$, или $P = Nf \sin \delta + N \cos \delta$.

Тогда сумма проекции на ось x :

$$Nf^2 \sin \delta + Nf \cos \delta + Nf \cos \delta - N \sin \delta + F = 0;$$

$$F = N (\sin \delta - 2f \cos \delta - f^2 \sin \delta).$$

Обозначим $(\sin \delta - 2f \cos \delta - f^2 \sin \delta) = K$, тогда $F = NK$.

В состоянии покоя масса G перерабатываемой древесины, приходящаяся на данный клин, а также сила тяжести клина G_k стремятся его сдвинуть по линии действия этой силы. Уравновешивание силы $G + G_k$ происходит за счет сил трения $2Nf$, тогда $F = (G + G_k)/2KfK_1$, где K_1 — коэффициент запаса (принимается равным 1,2 ... 1,5).

Необходимое усилие каждой пружины $F_1 = F/n$, где n — число пружин, устанавливаемых под клином. По величине F_1 подбирают пружину из ГОСТа.

Мощность привода крыльчатки и ротора центробежного стружечного станка

Роторные стружечные станки предназначены для измельчения мелких кусков древесины (щепы) в частицы игольчатой формы (рис. 48). Щепка 5 лопастью 6 крыльчатки и контрножом 7 отбрасывается за счет центробежных сил к ножу 3 и контрножу 1 ротора 4. Нож 3, укрепленный на роторе, ножевой накладкой 2 срезает со щепы стружку толщиной h_{cp} . Крыльчатка вращается с частотой n_k , а ротор имеет противоположное направление вращения n_p . Со щепы, попадающей на внутреннюю рабочую поверхность ротора, один из ножей срезает первую стружку, за ним вступает в действие следующий нож. Таким образом попавшая в ротор щепка перерабатывается в стружку группой последовательно расположенных в роторе ножей. Для полной переработки щепы $h_{щ}$ в стружку толщиной h_{cp} требуется число резов, определяемое по формуле $i = h_{щ}/h_{cp} - 1$.

На рис. 49 представлена кинематическая схема роторного стружечного станка ДС-7. Ножевой ротор 3 на полном валу 5 через цепную передачу 12 со звездочками 4 и 11, редуктор 10 и муфту 9 приводится во вращение от двигателя 8. Крыльчатка 2 на валу 1 приводится во вращение через муфту 6 двигателя 7. Мощность привода в роторных стружечных станках определяют отдельно для привода крыльчатки и для привода ножевого ротора.

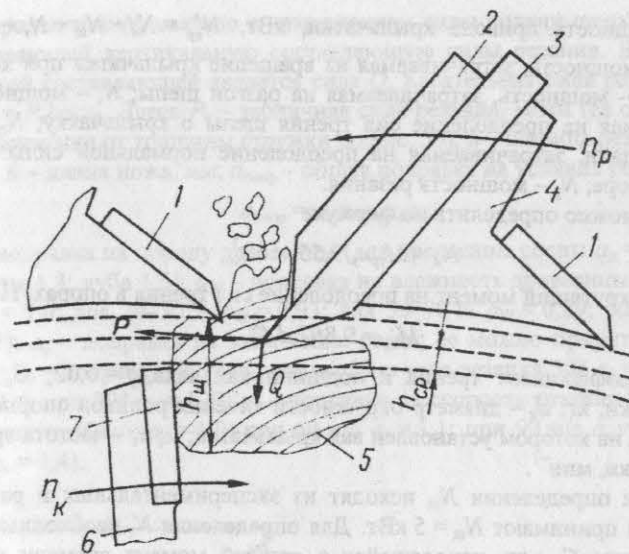


Рис. 48 Схема резания древесины в стружечном центробежном станке

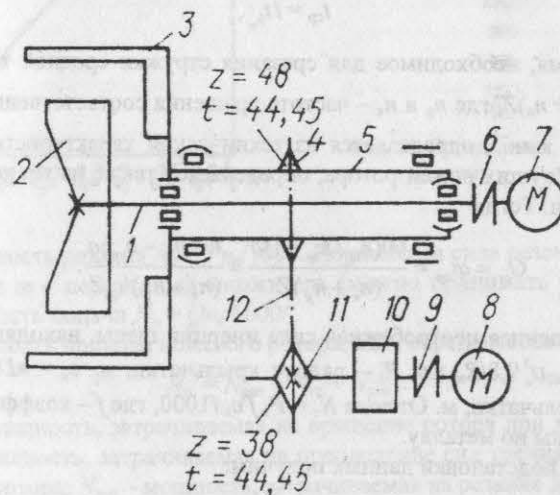


Рис. 49. Кинематическая схема стружечного центробежного станка

Мощность привода крыльчатки, кВт, $N'_{кр} = N_k + N_{ш} + N_t + N_n + N_p$, где N_k – мощность, затрачиваемая на вращение крыльчатки при холостом ходе; $N_{ш}$ – мощность, затрачиваемая на разгон щепы; N_t – мощность, затрачиваемая на преодоление сил трения щепы о крыльчатку; N_n – мощность подачи, затрачиваемая на преодоление нормальной силы резания щепы ротора; N_p – мощность резания.

N_k можно определить по формуле

$$N_k = M_{тр} n_{кр} / 9,55 \cdot 10^3, \quad (66)$$

где $M_{тр}$ – крутящий момент на преодоление сил трения в опорах, Н/м;

$$M_{тр} = 9,8 f G_k d_k / 2, \quad (67)$$

где f – коэффициент трения в подшипниках вала, $f = 0,02$; G_k – масса крыльчатки, кг; d_k – диаметр окружности качения роликов опорного подшипника, на котором установлен вал крыльчатки, м; $n_{кр}$ – частота вращения крыльчатки, мин⁻¹.

При определении $N_{ш}$ исходят из экспериментальных и расчетных данных и принимают $N_{ш} = 5$ кВт. Для определения N_t необходимо узнать массу щепы $G_{ш}$, кг, находящейся в данный момент времени в станке $G_{ш} = q t_{ср}$, q – производительность станка, кг/с, определяется из его технической характеристики; $t_{ср}$ – время, необходимое для переработки щепы средней толщины, с,

$$t_{ср} = i t_{h_{ср}}, \quad (68)$$

где $t_{h_{ср}}$ – время, необходимое для срезания стружки средней толщины, с, $t_{h_{ср}} = 60 / (n_p + n_k) Z$, где n_p и n_k – частота вращения соответственно ротора и крыльчатки, мин⁻¹, определяется из технической характеристики станка; Z – число режущих ножей ротора, определяется также из технической характеристики. Тогда

$$G_{ш} = q t_{ср} = \frac{60(h_{ш} / h_{ср} - 1)q}{(n_k + n_p)Z} = \frac{60(h_{ш} - h_{ср})q}{(n_k + n_p)h_{ср}Z}. \quad (69)$$

Приведенная центробежная сила инерции щепы, находящейся в роторе, $P_{и} = G_{ш} v_k^2 / 9,8 R_k$ где R_k – радиус крыльчатки, м; $v_k = \pi D_k n_{кр} / 60$, D_k – диаметр крыльчатки, м. Отсюда $N_t = P_{и} f v_k / 1000$, где f – коэффициент трения древесины по металлу.

После подстановки данных получим:

$$N_t = \frac{60 v_k^3 (h_{ш} - h_{ср}) q f}{102 (n_k + n_p) h_{ср} Z R_k}. \quad (70)$$

Определение N_n связано с нахождением силы подачи щепы на нож, преодолевающей вертикальную составляющую силы резания. В данном случае этой составляющей является сила Q . Касательная сила резания, Н, равна: $P = P_t b a_{попр}$. Здесь P_t – табличная сила резания, Н/мм (ее определяют в зависимости от толщины стружки по рис. 50); b – ширина резания мм; $b = 0,8B$, B – длина ножа, мм; $a_{попр}$ – общая поправка на условия резания,

$$a_{попр} = a_n a_w a_p a_\delta a_v, \quad (71)$$

где a_n – поправка на породу древесины (для древесины сосны $a_n = 1,0$; ели 0,9; березы 1,3; дуба 1,5); a_w – поправка на влажность древесины (для 10–15 % $a_w = 1,0$; для 20–30 % $a_w = 0,93$; для 50–70 % $a_w = 0,89$; более 70 % $a_w = 0,87$); a_p – поправка на затупление резца; ее можно принять равной 1,4 ... 1,7; a_δ – поправка на угол резания (при угле резания 50° $a_\delta = 0,8$; при 70° $a_\delta = 1,4$; при 80° $a_\delta = 1,7$); a_v – поправка на скорость резания (при скорости резания 40 м/с $a_v = 1,0$; при 60 м/с $a_v = 1,1$; при 90 м/с $a_v = 1,3$; при 100 м/с $a_v = 1,4$).

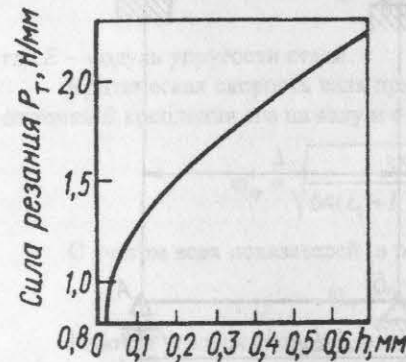


Рис. 50. Определение силы резания

Мощность резания $N_p = P v_k / 1000$. Нормальная сила резания, Н, равна $Q = m P$, где m – переходный множитель (можно принимать равным 0,6–0,9). Мощность подачи $N_n = Q v_k / 1000$

Мощность привода ножевого ротора, кВт, определяется по формуле

$$N_p' = N_{рот} + N_{тр} + N_{рез} \quad (72)$$

где $N_{рот}$ – мощность, затрачиваемая на вращение ротора при холостом ходе; $N_{тр}$ – мощность, затрачиваемая на преодоление сил трения щепы о поверхность ротора; $N_{рез}$ – мощность, затрачиваемая на резание древесины.

По аналогии с расчетом мощности привода крыльчатки, подставляя размеры ротора, можем определить, что $N_{рот} = M_{тр} n_p / 9,55 \cdot 10^3$, или $N_{рот} = 9,8 f G_p d_p n_p / 9,55 \cdot 10^3$,

$$N_{\text{пр}} = \frac{60v_k^3(h_{\text{ш}} - h_{\text{сп}})qf}{102(n_k + n_p)h_{\text{сп}}ZR_k} \quad (73)$$

Мощность, затрачиваемая на резание ротором:

$$N_{\text{рез}} = (N_p + N_k)n_p/n_k \quad (74)$$

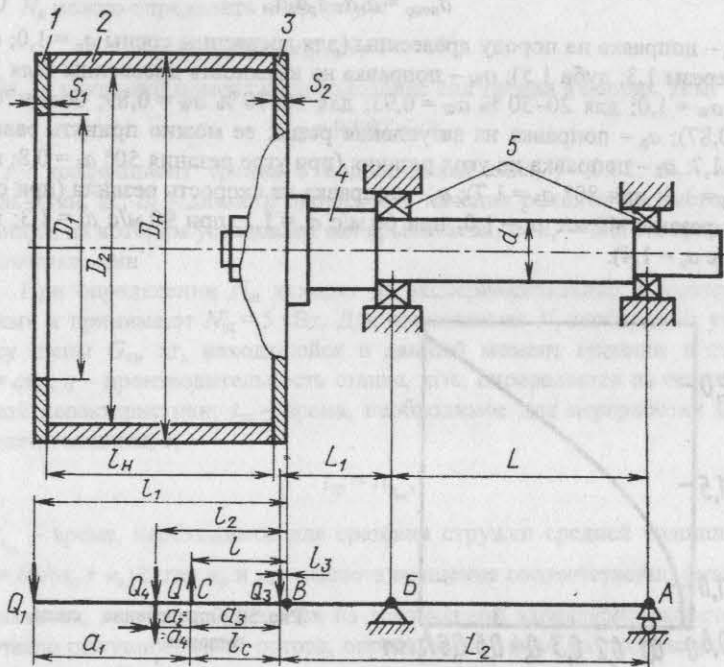


Рис. 51. Установка ротора центробежного станка: 1 – кольцо; 2 – ножевой вал; 3 – обойма; 4 – вал; 5 – подшипники

Для определения массы деталей ротора, их сил тяжести и центра масс ротора примем диаметр вала постоянным по длине. Размеры ротора и вала указаны на рис. 51. Материал вала и ротора – сталь (ρ – плотность стали). Масса кольцевого плоского диска, кг

$$m_1 = \pi(D_n^2 - D_1^2)S_1\rho/4; \quad (75)$$

масса обечайки ротора с ножами $m_2 = \pi(D_n^2 - D_1^2)l_n\rho/4$; масса днища ротора $m_3 = \pi D_n^2 S_2 \rho/4$. Масса щепы $m_{\text{щ}}$, масса заполненного щелей ротора

$$m = m_1 + m_2 + m_3 + m_{\text{щ}} \quad (76)$$

Силы тяжести, Н:

$$Q_1 = m_1 g; \quad Q_2 = m_2 g; \quad Q_3 = m_3 g; \quad Q_{\text{щ}} = m_{\text{щ}} g; \quad Q = m g. \quad (77)$$

Расстояние от центра масс деталей до точки В, м; $l_1 = 0,5S_1 + l_n + S_2$; $l_2 = 0,5l_n + S_2$; $l_3 = 0,5S_2$.

Расстояние от центра массы ротора до края днища из условия равенства нулю суммы моментов относительно точки В:

$$l = [Q_1 l_1 + (Q_2 + Q_{\text{щ}})l_2 + Q_3 l_3]/Q. \quad (78)$$

Расстояние от центра массы ротора до центров масс деталей, м:

$$a_1 = l_1 - l; \quad a_2 = a_4 = l_2 - l; \quad l_c = a_3 = l - l_3. \quad (79)$$

Критическая скорость вала, рад/с, при условии, что вся масса ротора сосредоточена в точке его крепления к валу, равна

$$\omega'_{\text{кр}} = \sqrt{\frac{3E\pi d^4}{64L_2 L_1^2 m}}, \quad (80)$$

где E – модуль упругости стали.

Критическая скорость вала при учете вылета l_c центра массы ротора от точки В крепления его на валу и с учетом массы ротора:

$$\omega''_{\text{кр}} = \sqrt{\frac{3E\pi d^4}{64(L_1 + l_c)(L_2 + l_c)^2 m}}. \quad (81)$$

С учетом всех показателей (в том числе гироскопического момента):

$$\omega_{\text{кр}} = \omega''_{\text{кр}} + 0,16\omega''_{\text{кр}}. \quad (82)$$

Рабочая угловая скорость, рад/с, $\omega_p = \pi n/30$, где n – частота вращения вала, мин⁻¹. Принимается $\omega_p/\omega_{\text{кр}} < 0,7$. В этом случае вал будет работать в докритической области, т. е. вал виброустойчив. Аналогично рассчитывается система вал – крыльчатка.

Производительность стружечных дисковых станков

$$Q = 3600BLnZSK_n K_p K_{\text{п.с}}, \quad (83)$$

где B – расстояние между цепями питателя, мм; L – максимальная длина перерабатываемого чурака, мм; n – частота вращения диска, с⁻¹; Z – число ножей; S – толщина стружки, мм; K_n – коэффициент использования станка; K_p – коэффициент рабочего времени; $K_{\text{п.с}}$ – коэффициент полнодревесности подаваемого слоя.

Производительность стружечного станка типа ДС-6

$$Q = 3600BLnZSK_n K_p K_{\text{п.с}} K_3, \quad (84)$$

где K_3 – коэффициент заполнения ножа древесиной.

Производительность центробежных станков для переработки щепы и мелких кусков отходов

$$Q = 3600vZbSK_{\text{н}}K_{\text{п.с}}K_{\text{з}}, \quad (85)$$

где v – скорость резания, м/с; b – ширина ножа, мм.

Глава 5 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ПОДГОТОВКИ СЫРЬЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПЛИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Каждый вид частиц занимает свое вполне определенное место в технологическом процессе производства продукции. Заводы ДВП будут использовать для производства волокна исключительно дефибраторы и рафинаторы. На заводах по производству ДСтП для специально приготовленной стружки устанавливают один из типов стружечных станков. Заводы ДСтП, использующие многие виды древесных отходов, применяют комбинацию мельниц, рубительных машин, роторных стружечных станков и мельниц вторичного измельчения.

Изготовление древесных частиц относительно несложно. Срезание стружки, измельчение в молотковых дробилках и мельницах вторичного измельчения охватывают почти все типы производства частиц. При этом используют самые общие типы машин, которые мы изучили, но внутри каждого вида машин имеется большое разнообразие модификаций и новых разработок. Диапазон машин широк – от рубительных машин и дробилок для производства грубых частиц, ножевых дисковых и центробежных роторных станков до дефибраторов и рафинаторов.

Сырьем для производства плит могут быть технологическое сырье (дрова), горбыль, рейки, торцовые обрезки, стружки, опилки, отходы сельского хозяйства и т. п. Условия производства древесных частиц в зависимости от размера, породы и влажности древесины различны. Для получения стружечных плит высокой прочности и качества нужно иметь однородный, с высокой эластичностью (длинные, тонкие частицы) исходный материал, в котором не было бы частиц больших размеров или неподходящей геометрии, пыли. В зависимости от процесса производства требования к геометрическим размерам частиц различны. Для стружечных плит без четко различимых слоев эти требования шире: для трехслойных плит частицы внутреннего слоя должны быть длиннее, а для наружных – короче, тоньше и мельче; для пятислойных или многослойных плит частицы промежуточных слоев между внутренним и наружным должны быть тонкими и длинными, чтобы создать прочную основу для наружных слоев во избежание проникновения высококачественных частиц с наружных слоев внутрь ковра или пакета и ухудшения качества их поверхности.

Волокнистый материал для твердых ДВП или плит средней плотности обычно производится как однородная смесь и либо используется в таком же виде, либо от него могут быть отделены более тонко измельченные частицы для использования в наружных слоях.

К выбору оборудования для производства ДСтП нужно подходить с соответствующим обоснованием, чтобы выбранная машина и ее конструкция обеспечивали требуемую экономичность при выработке требуемых типов частиц. Большое внимание должно быть уделено потреблению энергии, обслуживанию, надежности, производительности, капитальным затратам и стоимости.

Стоимость обработки составляют главным образом рабочая сила, электроэнергия и износ. При хорошо поставленном контроле оборудование должно работать без оператора, хотя необходимы некоторые операции надзора над работающим станком. Все стружечные станки, дефибраторы и рафинаторы нуждаются в специалисте по смене ножей, размольных сегментов, их установке и заточке. Расход потребляемой энергии для комплекта оборудования должен включать все необходимое вспомогательное оборудование и транспортные системы.

Машина или комбинация машин должна наилучшим из возможных способов вырабатывать частицы. В связи с тем, что технология производства плитных материалов, ассортимент плит, виды сырья подвержены значительным изменениям, комбинация станков должна обладать гибкостью и оперативностью, чтобы учитывать эти изменения в той степени, которая необходима технологическому процессу для выпуска продукции.

Производительность оборудования для производства древесных частиц зависит от типа перерабатываемого сырья, его влажности и типа производимых частиц. Производительность должна быть такой, чтобы в процессе работы происходил нормальный износ машины. При износе определенных частей станка производительность, так же как и количество частиц, снизится, поскольку станок уже не сможет работать без серьезных перегрузок.

Для успешной работы технологического оборудования необходимо создание равномерной и контролируемой системы подачи. Равномерность подачи сырья и древесных частиц находится в прямой связи с качеством конечной продукции. Для обеспечения равномерной подачи используют вибраторы, двухвинтовые и высокоскоростные одновинтовые с малым шагом механизмы. Скребковые, ковшовые и медленно вращающиеся винтовые конвейеры создают пульсирующую подачу, т. е. подачу порциями, из-за чего ухудшается качество вырабатываемых частиц и качество выпускаемой продукции в целом. Создание системы непрерывной неразрывной подачи сырья – древесных частиц на всем технологическом оборудовании вплоть до пресса – очень важная задача.

Рассмотрим теперь возможные технологические схемы производства древесных частиц и схемы производства основных видов ДСтП и ДВП. Очевидно, что предлагаемые для изучения схемы не являются неизбежными. Поиски технологов, механиков, конструкторов, специалистов по автоматике позволяют все время улучшать эти схемы, особенно производства древесных частиц. Их изучение позволит создать базу для творческого и научного поиска новых схем, новых конструктивных решений и решений в области эксплуатации станков и автоматических устройств.

Изучение начнем с технологической схемы производства древесных частиц для производства ДСтП или плит из отходов сельскохозяйственных и других производств. При наличии в качестве исходного сырья круглых лесоматериалов в виде дров, отходов лесопиления и деревообработки (рис. 52) их измельчают в щепу на дисковых или барабанных рубительных машинах 1, перемещают щепу в бункер 2, откуда она поступает в стружечный роторный станок 3, где получают древесные частицы. Затем их сушат в сушилке 4 и из бункера направляют на два потока. По одному потоку перемещают частицы, предназначенные для внутренних слоев, а по другому потоку — для наружных. Эти частицы для получения высококачественной стружки необходимо доизмельчить в станке вторичного измельчения 5, который по конструкции и виду может отличаться от представленного на рисунке. Это касается и других схем производства частиц.

Если завод получает в качестве сырья технологическую щепу, процесс начинается с бункера щепы 2. При наличии в качестве исходного сырья только круглых лесоматериалов и, возможно, горбылей процесс изготовления древесных частиц начинается с переработки сырья в стружечном станке 6 с ножевым валом или фрезой. Дальнейшее измельчение производят либо молотковой дробилкой 8, либо мельницей. Далее частицы также распределяются по потокам внутренних и наружных слоев. При наличии в качестве исходного сырья стружек-отходов и опилок их измельчают в станках повторного измельчения (мельницах 7 или дробилках), сушат и затем распределяют по потокам наружных и внутренних слоев.

Для измельчения лесосечных отходов, таких, как ветки, сучья, вершины, а также кустарников, стеблей хлопчатника (гузапайи), костры льна и конопли, стеблей камыша, стеблей виноградной лозы, подсолнечника, сахарного тростника (багассы), кукурузных кочерыжек, луски семян подсолнечника и других подобных отходов можно использовать различные технологические схемы. Например, применяют рубительные машины барабанного типа 9 с малым или большим числом ножей, с ситами или без них, ножевые дробилки 10 с ситами, молотковые дробилки.

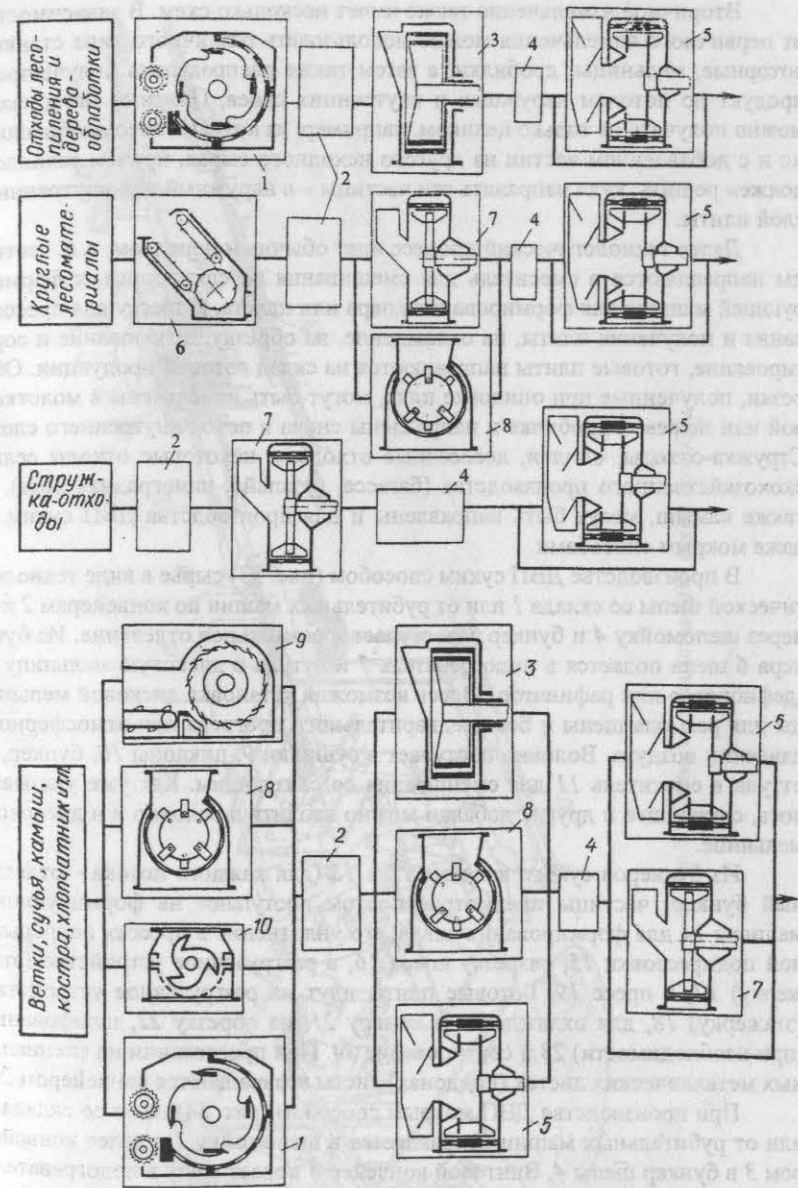


Рис. 52. Возможные технологические схемы производства частиц из различного сырья

Вторичное измельчение также имеет несколько схем. В зависимости от первичного измельчения можно использовать различного типа станки: роторные, мельницы, дробилки, а затем также распределить полученный продукт по потокам наружных и внутренних слоев. Плитные материалы можно получать не только целиком, например, из круглых лесоматериалов, но и с добавлением частиц из другого исходного сырья, причем технолог должен решить, куда направить эти частицы – в наружный или внутренний слой плиты.

Далее технологический процесс идет обычным порядком, т. е. частицы направляются в смеситель для смешивания со связующим, к формирующей машине для формирования ковра или пакета, к прессу для прессования и получения плиты, на охлаждение, на обрезку, шлифование и сортирование, готовые плиты направляются на склад готовой продукции. Обрезки, полученные при опилровке плит, могут быть измельчены в молотковой или ножевой дробилке и направлены снова в поток внутреннего слоя. Стружка-отходы, опилки, лесосечные отходы и некоторые отходы сельскохозяйственного производства (багасса, гузапайя, виноградная лоза), а также камыш, могут быть направлены и для производства ДВП сухим и даже мокрым способами.

В производстве ДВП сухим способом (рис. 53) сырье в виде технологической щепы со склада 1 или от рубительных машин по конвейерам 2 и 5 через щепомойку 4 и бункер 3 поступает в размольное отделение. Из бункера 6 щепа подается в подогреватель 7 и оттуда в дисковую мельницу 8 (дефибратор или рафинатор). Здесь возможна установка дисковой мельницы для размола щепы и без предварительного прогрева при атмосферном давлении воздуха. Волокно поступает в сушилки 9, циклоны 10, бункер, а оттуда в смеситель 11 для смешивания со связующим. Как уже указывалось, связующее и другие добавки можно вводить в волокно и в дисковой мельнице.

Из бункеров сухого волокна 12 и 13 (для каждого потока – отдельный бункер) частицы пневмотранспортом поступают на формирующие машины 14 для формирования ковра, его уплотнение в прессах непрерывной подпрессовки 15, разрезку ковра 16, в разгрузочное устройство (этажерку) 17, в пресс 19. Готовые плиты идут на разгрузочное устройство (этажерку) 18, для охлаждения в камеру 21, на обрезку 22, шлифование (при необходимости) 23 и сортирование 24. При прессовании на специальных металлических листах (поддонах) листы возвращаются конвейером 20.

При производстве ДВП мокрым способом (рис. 54) щепа со склада 1 или от рубительных машин направляется в щепомойку 2 и далее конвейером 3 в бункер щепы 4. Винтовой конвейер 5 подает щепу в подогреватель 6, откуда она другим конвейером направляется в размольную камеру 7 дефибратора. Возможно направление древесной массы через циклон 8 в рафинатор 9 или непосредственно из дефибратора в рафинатор.

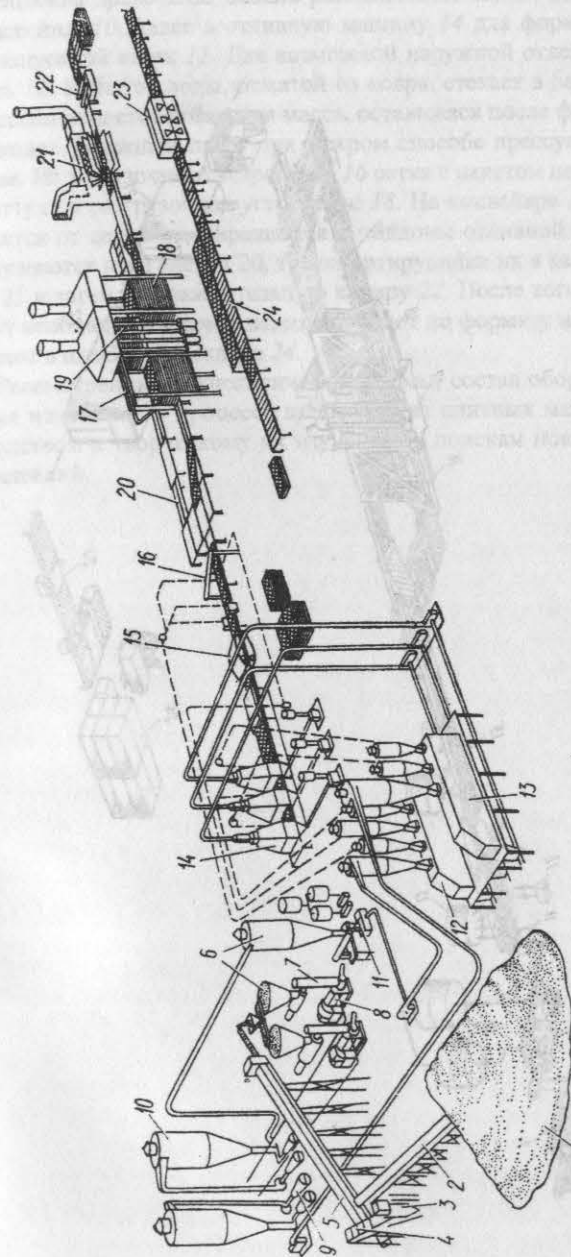


Рис. 53. Схема производства ДВП сухим способом

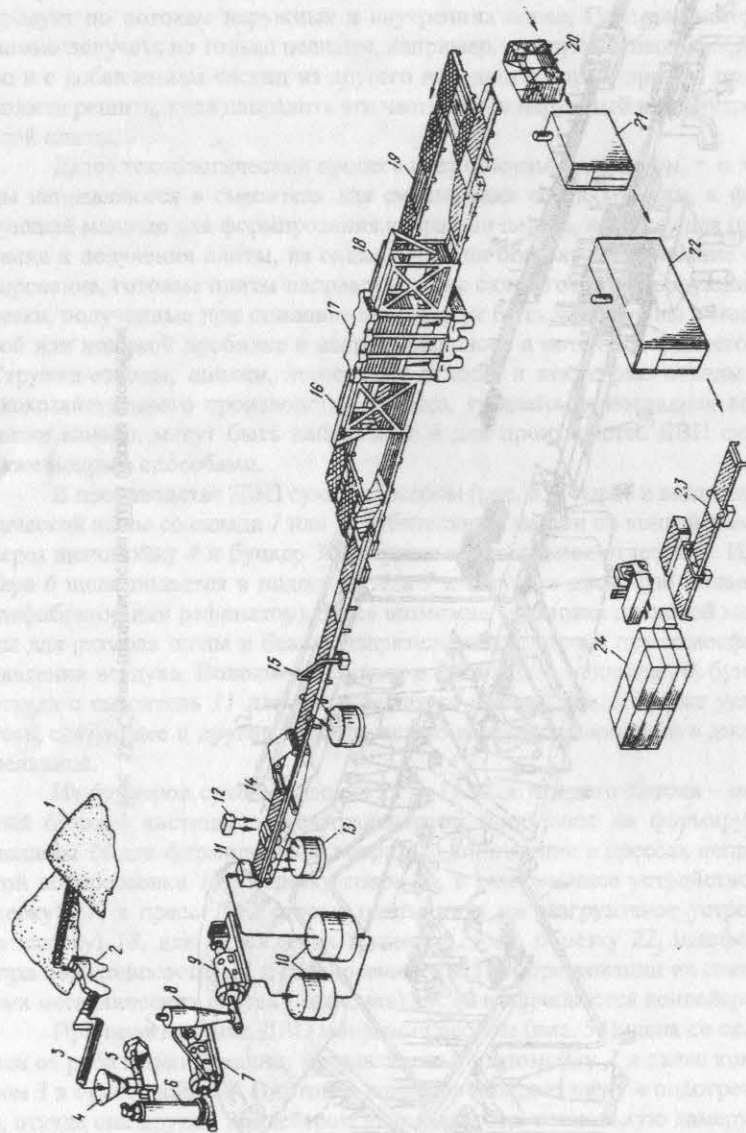


Рис. 54. Схема производства ДВП мокрым способом

Волокна древесины, сильно разбавленные водой, поступают в массные бассейны 10, далее в отливную машину 14 для формирования ковра через напускной ящик 11. Для возможной наружной отделки установлена емкость 12. Избыток воды, отжатой из ковра, стекает в бассейн 13, в другой бассейн подается древесная масса, оставшаяся после форматной обрезки 15 ковра. Влажный пакет при мокром способе прессуется на сетчатом поддоне. Из загрузочного устройства 16 сетка с пакетом передается в пресс 17, а оттуда в разгрузочное устройство 18. На конвейере 19 готовая плита отделяется от сетки и возвращается в поддоны отливной машины. Плиты перегружаются в вагонетки 20, транспортирующие их в камеру термообработки 21 и затем в увлажнительную камеру 22. После того как плиты приобретут необходимые качества, их обрезают по формату на станке 23 и укладывают в штабеля на складе 24.

Рассмотренные технологические схемы, состав оборудования и возможные изменения в процессе производства плитных материалов служат руководством к творческому их изучению и поискам новых технологических решений.

Раздел IV ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ДРЕВЕСНЫХ ЧАСТИЦ

Глава 1 ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ИЗМЕЛЬЧЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

§ 1. БУНКЕРА ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ЩЕПЫ И ДРЕВЕСНЫХ ЧАСТИЦ

Производство древесных плит относится к массовому непрерывному поточному производству. Для обеспечения бесперебойной работы прессовой установки в цехах создаются межоперационные запасы щепы, стружки или волокна. Эти запасы помещаются в специальные бункера. Обычно бункера устанавливаются на следующих участках: перед стружечными станками, перед сушильными агрегатами, перед смесителями. Величина межоперационного запаса обычно не превышает 2–4 часовую потребность в стружке (щепе). Бункера служат не только для хранения измельченной древесины, но также осуществляют ее дозированную выдачу на следующую технологическую операцию. Специальные бункера выполняют функцию выравнивания потока стружки (например, перед смесителями) или препятствуют распространению огня по технологическому потоку в случае возгорания древесных частиц в сушилке.

Конструкцию бункера определяют следующие факторы: размер частиц, их влажность, плотность, угол естественного откоса, угол скольжения, коэффициент трения. Геометрические размеры частиц оказывают значительное влияние на условия хранения. Относительно легка в хранении щепа, затем следуют опилки, стружки-отходы, специальная резаная стружка и древесные волокна.

Применяемые для хранения измельченной древесины бункера подразделяются на горизонтальные и вертикальные. Наибольшее распространение в настоящее время получили вертикальные бункера. Достоинствами этих бункеров является значительная емкость при небольших занимаемых производственных площадях, простота конструкции и надежность в работе. Главный недостаток вертикальных бункеров – образование мостов и сводов из хранимых в них древесных частиц, которые перекрывают движение измельченной древесины и дозированную выдачу ее из бункера. Для борьбы с этим явлением стенки бункера делают сужающимися сверху,

а также используют различные виды ворошителей – наклонный винтовой конвейер, вертикальный ротор с лопастями.

Для дозированной выдачи древесных частиц из вертикальных бункеров в их нижней части устанавливают винтовые конвейеры или другие механизмы. На рис. 55, а, б представлен способ разгрузки бункера называемый подвижным дном. Дно бункера состоит из движущихся винтов, барабанов или цепей, звенья которых снабжены выступами для захвата материала. Эти бункера имеют прямоугольную форму. Рис. 55, а иллюстрирует конфигурацию дна бункера, под которым смонтированы винты, подающие материал вдоль одной стороны бункера к разгрузочному концу. Для щепы, стружки и опилок лучше всего подходят винты, цепи – эффективное средство разгрузки тонкого, сухого материала, такого как волокно или шлифовальная пыль.

Для разгрузки цилиндрических вертикальных бункеров используют комбинацию разрушителя сводов (ворошителя) 7 и винтового разгрузчика 3 (рис. 55, в). Ворошитель вращается внутри бункера, предотвращая образование сводов, а лопасти планшайбы, установленной над дном бункера, продвигают разрыхленный материал к приемному окну винтового разгрузчика.

Для разгрузки влажного материала особенно эффективно применение одновинтового разгрузчика, вращающегося вокруг бункера (рис. 55, г). Винт 8 вращается вокруг своей оси и выгружает материал из бункера через отверстие в центре поворотной площадки. Весь механизм перемещается вокруг вертикальной оси бункера. Скорости вращения винта и его поворота регулируются. Для равномерной нагрузки на винт он имеет переменный шаг. Так как винт перемещается по окружности, он захватывает на своем пути весь нижний слой материала. Вышележащие слои частиц обрушиваются под собственной массой и перемешиваются действием винта.

В настоящее время на предприятиях используется гамма аналогичных по конструкции отечественных (марки ДБО) и зарубежных вертикальных конических бункеров, имеющих емкость от 20 до 350 м³. Бункер марки ДБО (рис. 56) состоит из корпуса 1, сваренного из металлических листов, установленного на опору 4 из металлического профильного проката, дозатора с тремя винтовыми разгрузчиками 2, привода планшайбы 5 и площадки обслуживания 3, 6. Материал (щепу или стружку) загружают в бункер любым видом транспорта.

По мере заполнения бункера на пульт управления выдаются контрольные сигналы об уровне его заполнения. При полной загрузке подается сигнал на отключение подачи материала. Вращающийся ротор с подпружиненными лопастями разрыхляет материал и сбрасывает его в приемные люки разгрузочных винтовых конвейеров. Если проход лопастей через плотный слой материала затруднен, они поворачиваются и могут целиком уйти под планшайбу. Под действием пружины лопасти стремятся вернуться в исходное положение и постепенно разрыхляют материал. Таким обра-

зом обеспечивается бесперебойная выдача материала в винтовые разгрузчики. Производительность бункера регулируется с пульта управления изменением частоты вращения электродвигателя привода винтового конвейера. Вертикальные бункера, предназначенные для хранения сухой стружки и пыли, оснащаются противозрывными клапанами.

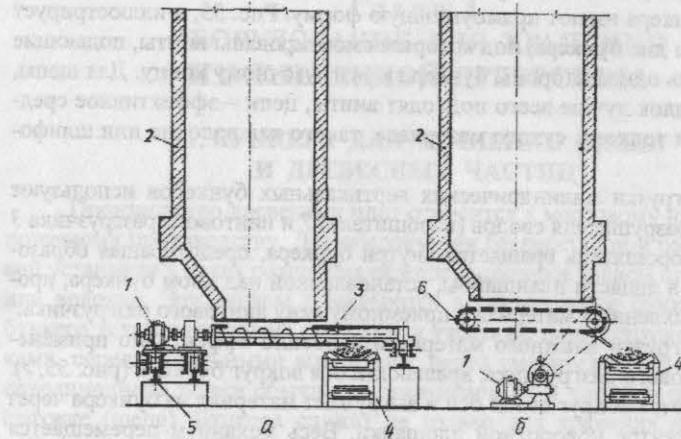


Рис. 55. Схемы вертикальных бункеров: *a* – с винтовым разгрузчиком; *б* – с подвижным дном; *в* – с наклонным вращающимся ворошителем и винтовым разгрузчиком; *г* – с винтовым разгрузчиком, движущимся вокруг бункера; 1 – привод; 2 – бункер; 3 – винт; 4 – ленточный конвейер; 5 – направляющая; 6 – донный конвейер; 7 – ворошитель; 8 – вращающийся винт

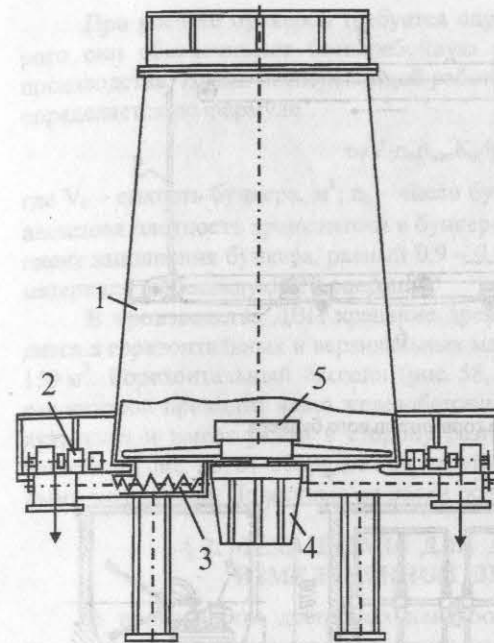
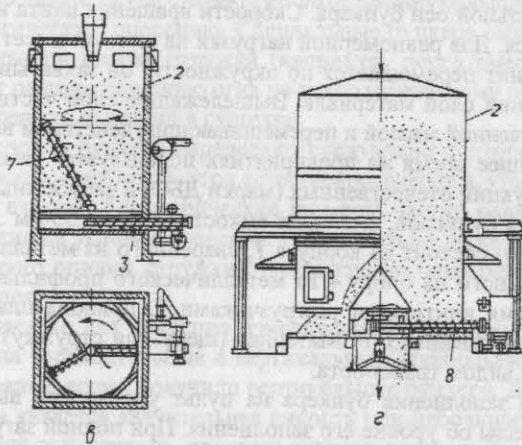


Рис. 56. Схема вертикального бункера 1 – корпус; 2 – привод винтового конвейера; 3 – винтовой конвейер; 4 – привод планшайбы; 5 – планшайба с рычажным механизмом

В последние годы в России и за рубежом интенсивно развивается производство плит из крупноразмерной ориентированной стружки. При производстве этих плит важно избежать измельчения древесных частиц в процессе их хранения и транспортировки. Для хранения частиц в этом случае используются горизонтальные бункера с вертикальными стенками и подвижным дном. Бункер (рис. 57) состоит из двух основных частей: собственно бункера и дозатора. Бункер представляет собой горизонтальную камеру 5 с подвижным дном в виде пластинчатого или ленточного конвейера 6. Вверху под крышкой бункера установлен скребковый распределительный конвейер 4. Непосредственно к бункеру примыкает дозатор, с установленными в ней наклонным ленточным конвейером 2. Стружка, поступающая в бункер сверху, распределяется скребковым конвейером по его длине и ширине. Периодически включающимся донным конвейером стружка выдается в камеру дозатора. Промежуточным конвейером дозатора стружка передается на наклонный конвейер 1 и выдается из бункера. Производительность бункера регулируется за счет изменения просвета между вальцом и лентой наклонного конвейера и изменения скорости его движения

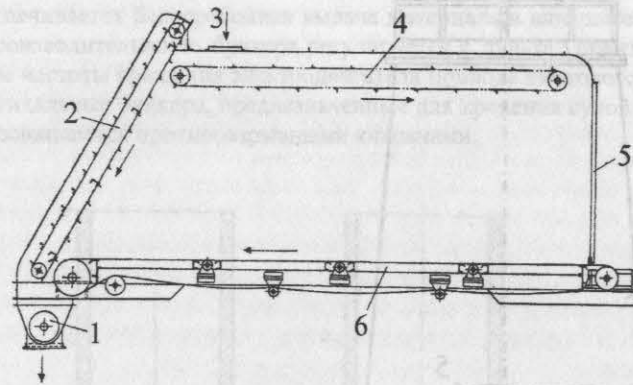


Рис. 57. Схема горизонтального бункера

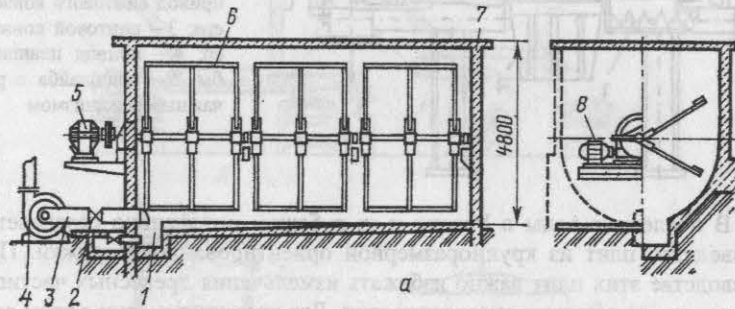
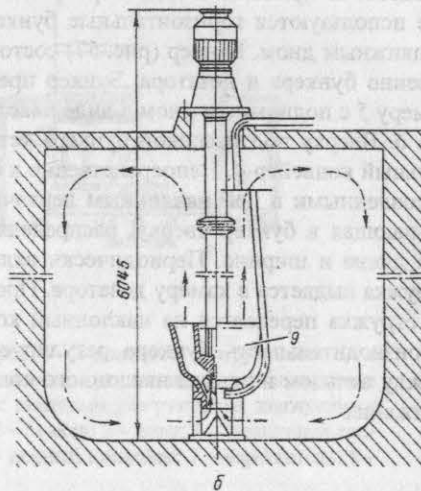


Рис. 58. Массный бассейн: а – горизонтальный; б – вертикальный; 1 – грязевой приямок; 2 – спускной патрубок; 3 – массопровод; 4 – массный насос; 5 – редуктор мешалки; 6 – лопастная мешалка; 7 – бетонный бассейн; 8 – электродвигатель; 9 – вертикальная турбинная мешалка



При расчете бункеров требуется определить время, в течение которого они обеспечивают бесперебойную работу последующих участков производства. Время бесперебойной работы на последующих операциях t определяется по формуле

$$t = V_6 n_6 \rho_{\text{мат}} K_3 / g_{\text{мат}} \quad (86)$$

где V_6 – емкость бункера, м^3 ; n_6 – число бункеров на данном участке; $\rho_{\text{мат}}$ – насыпная плотность хранящегося в бункере материала, $\text{кг}/\text{м}^3$; K_3 – коэффициент заполнения бункера, равный 0,9 – 0,95; $g_{\text{мат}}$ – часовая потребность в материале на последующей операции.

В производстве ДВП хранение древесноволокнистой массы проводится в горизонтальных и вертикальных массных бассейнах емкостью 50 – 150 м^3 . Горизонтальный бассейн (рис. 58, а) снабжен рамной мешалкой, вал которой проходит через железобетонный резервуар. Дно бассейна полукруглое и имеет уклон в сторону разгрузочной трубы. Вертикальные бассейны (рис. 58, б) оборудованы струйными, турбинными или лопастными мешалками. Лопастные мешалки более надежны в эксплуатации.

§ 2. МЕХАНИЗМЫ ДЛЯ ДОЗИРОВАНИЯ ИЗМЕЛЬЧЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

В производстве древесных плит большое значение имеет процесс непрерывного дозирования древесных частиц. Измельченную древесину дозируют по объему и по массе. Недостатком объемного дозирования является неизбежность ошибок, связанных с колебаниями количества измельченной древесины в единице объема в зависимости от вида частиц и их гранулометрического состава и степени уплотнения. Дозирование по массе не учитывает колебания влажности измельченной древесины. Этот способ дозирования требует применения механизмов сложной конструкции. При выборе способа дозирования следует учитывать требования к точности дозирования, физико-механические и гранулометрические свойства материала (размеры частиц, влажность, сыпучесть, комкуемость и возможность сводообразования).

Непрерывное объемное дозирование измельченной древесины осуществляется с помощью барабанных, тарельчатых, винтовых, ленточных и вибрационных дозаторов.

Барабанные дозаторы. Различают барабанные дозаторы с цилиндрическими или гранеными барабанами (рис. 59, а, б) и секторные (ячейковые). Первые предназначены для упорядочения потока материала с учетом сил трения и сцепления с поверхностью барабана. В секторных дозаторах количество подаваемого материала определяется числом и вместимостью секторов (рис. 59, в, г).

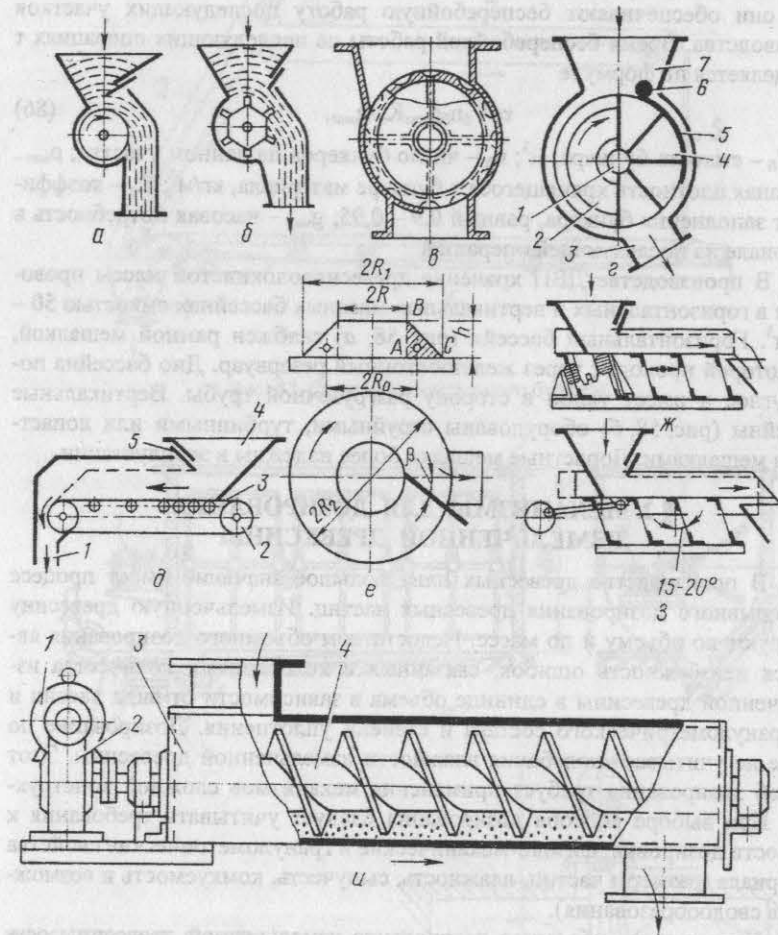


Рис. 59. Схемы устройства дозаторов: а – с цилиндрическим барабаном; б – граненым барабаном; в – с ячейковым барабаном; г – лопастный дозатор: 1 – ось барабана; 2 – барабан; 3 – отверстие для выгрузки; 4 – секция; 5 – скребок для снятия избытка материала в секциях; 6 – ось скребка; 7 – горловина загрузочного бункера; д – ленточный дозатор: 1 – выпуск массы; 2 – привод; 3 – лента конвейера; 4 – загрузка; 5 – заслонка; е – тарельчатый дозатор и его расчетная схема; ж – встряхивающий дозатор; з – вибрационный дозатор; и – винтовой дозатор: 1 – двигатель; 2 – редуктор; 3 – корпус; 4 – винт

Цилиндрические мелкорифленные барабаны применяются для мелких частиц, граненные барабаны – для мелких и средних частиц. Окружная скорость барабанов 0,025 – 1 м/с. Производительность дозатора регулируется заслонкой, изменяющей толщину слоя поступающего материала, и может быть определена по формуле

$$Q = 3600fvK\rho, \quad (87)$$

где f – площадь отверстия, м²; v – средняя скорость истечения материала через отверстие, м/с; K – коэффициент заполнения отверстия; ρ – плотность материала, кг/м³.

Для расчетов среднюю скорость истечения материала можно принять равной окружной скорости барабана. Коэффициент заполнения отверстия зависит от плотности и гранулометрического состава материала. Чем выше плотность материала и равномернее его состав, тем больше величина K . Производительность секторного дозатора определяют по формуле

$$Q = 0,5\pi flm\rho K\omega, \quad (88)$$

где f – площадь поперечного сечения ячейки или секции, м²; l – длина барабана (ячеек или секций), мм; m – число секций в барабане; ρ – плотность материала, кг/м³; K – коэффициент заполнения; ω – угловая скорость барабана, рад/с.

Расход энергии на барабанные питатели определяется в основном трением частиц, захватываемых барабаном о вышележащие слои материала. Следует учитывать возможное дробление частиц при приближении ячеек или лопастей барабана к стенкам питателя.

Тарельчатые дозаторы. Тарельчатый (дисковый) дозатор (рис. 59, е) представляет собой плоский диск, образующий дно бункера. По окружности диска сделаны направляющие борта с проемом в месте выгрузки материала. Вращение тарелки осуществляется от электродвигателя через зубчатую передачу. Производительность тарельчатых питателей зависит от частоты вращения тарелки и сечения потока выдаваемого материала. Для регулирования сечения потока в дозаторе имеется манжета и нож. Перемещающую подвижную манжету, изменяют высоту щели, через которую проходит измельченная древесина. Таким образом осуществляется грубое дозирование. Для точного регулирования производительности дозатора изменяют угол поворота ножа с помощью винтового устройства. Материал располагается на тарелке усеченным конусом, размеры которого зависят от высоты расположения манжеты. Производительность тарельчатого дозатора зависит от объема материала, снимаемого с диска ножом, и от частоты вращения диска:

$$Q = 3600 V_0 n \rho_n, \quad (89)$$

где V_0 – объем материала, снимаемого за один оборот диска, м^3 ; n – частота вращения диска, с^{-1} ; ρ_n – насыпная плотность транспортируемого материала, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Объем материала, снимаемого за один оборот диска, представляет собой кольцо треугольного сечения. Объем такого тела равен:

$$V_0 = 2\pi R_0 F, \quad (90)$$

где R_0 – расстояние между геометрическим центром радиального сечения кольца и осью вращения тарелки, м ; F – площадь поперечного сечения кольца, м^2 .

$$R_0 = R + h/3 \operatorname{tg}\varphi_0, \quad (91)$$

где R – радиус манжеты, м ; h – высота подъема манжеты над диском, м ; φ_0 – угол естественного откоса материала, град.

Площадь поперечного сечения кольца рассчитывается по формуле

$$F = h^2/2 \operatorname{tg}\varphi_0. \quad (92)$$

Подставив значения V_0 , R_0 и F в (89), после преобразования получим:

$$Q = 3600 \frac{\pi h^2 n \rho_n}{\operatorname{tg}\varphi_0} \left(R_0 + \frac{h}{3 \operatorname{tg}\varphi_0} \right). \quad (93)$$

Предельная частота вращения диска определяется из условия, по которому центробежная сила инерции меньше силы трения древесных частиц о диск:

$$mv^2/R_1 < f_1 mg, \quad (94)$$

где v – окружная скорость диска, $\text{м}/\text{с}$; R_1 – радиус основания конуса материала, м ; f_1 – коэффициент трения материала о диск.

Таким образом, при $v^2 \approx g$, предельная частота вращения диска составит:

$$n < 0,5 \sqrt{f_1/R_1}, \quad (95)$$

а угловая скорость

$$\omega < \sqrt{f_1 g/R_1}. \quad (96)$$

Для определения расхода энергии на работу тарельчатого питателя необходимо учесть сопротивление трения материала о поверхность диска и ножа, сопротивление дроблению материала ножом и сопротивление скручиванию столба материала, опускающегося из воронки дозатора.

Ленточные дозаторы. Ленточный дозатор (рис. 59, з) представляет собой ленточный или пластинчатый конвейер, вдоль которого установле-

ны борта, образующие желоб для движения материала. Нижняя ветвь конвейера очищается скребками. Производительность дозатора определяется высотой слоя материала на ленте и скоростью движения. Скорость ленты 0,1–0,5 $\text{м}/\text{с}$. Для регулирования высоты слоя устанавливают заслонку или игольчатый валик, перемещающийся по высоте. При применении заслонок нередко происходит задержка всего слоя измельченной древесины. Производительность ленточного дозатора рассчитывают по формуле

$$Q = 3600 F v \rho_n, \quad (97)$$

где F – площадь поперечного сечения слоя материала на ленте, м^2 ; v – скорость движения ленты, $\text{м}/\text{с}$; ρ_n – насыпная плотность транспортируемого материала, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Дозаторы с возвратно-поступательным движением рабочего органа. К ним относятся встряхивающие (рис. 59, ж) и вибрационные (рис. 59, з) дозаторы. Они представляют собой подвижный лоток (желоб), опирающийся на ряд наклонных плоских пружин. Лоток приводится в движение от кривошипно-шатунного механизма или от вибратора. Производительность дозатора регулируется изменением амплитуды и частоты колебаний, угла наклона лотка, сечения выходного отверстия и подбирается опытным путем.

Винтовые дозаторы. Винтовой дозатор (рис. 59, и) представляет собой винт, вращающийся внутри цилиндрического или эллипсообразного корпуса. Материал поступает в дозатор через приемную воронку, захватывается винтом, продвигается вдоль корпуса и удаляется через выходное отверстие. Производительность дозатора регулируется за счет изменения частоты вращения винта в пределах 0,4–0,7 с^{-1} .

Производительность винтового питателя рассчитывают по формуле

$$Q = 3600 (\pi D^2/4) s n \rho_n K, \quad (98)$$

где D – наружный диаметр винта, м ; s – шаг винта, м ; n – частота вращения винта, с^{-1} ; ρ_n – насыпная плотность транспортируемого материала, $\text{кг}/\text{м}^3$; K – коэффициент заполнения корпуса шнека материалом.

Массовый дозатор непрерывного действия представляет собой короткий ленточный конвейер, оборудованный устройством автоматического измерения производительности и преобразования измеренной величины в механические, электрические или пневматические сигналы, контрольно-измерительными и регистрирующими приборами.

На рис. 60, а показана схема дозатора с датчиками в виде роликов, размещенных под лентой на равных расстояниях от неподвижных опор и связанных с последующими звеньями с помощью тяг. Перемещение ролика зависит от толщины слоя материала и нагрузки на ленту.

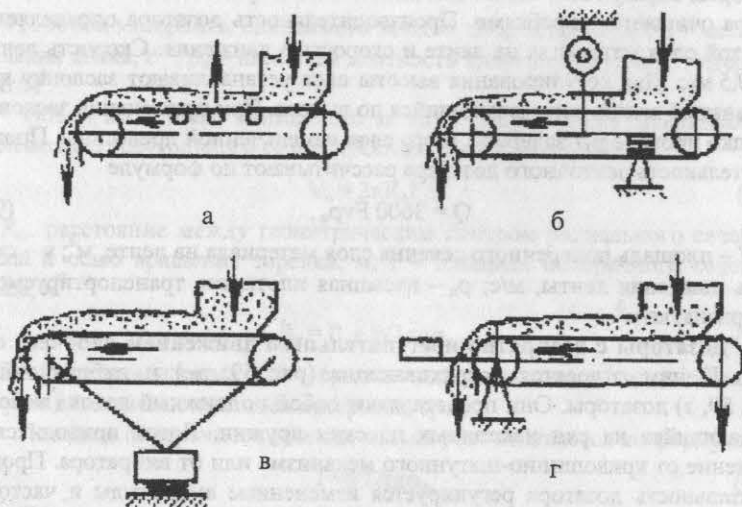


Рис. 60. Схемы массных дозаторов непрерывного действия: а – весовой ролик; б – маятниковый конвейер; в – конвейер с параллельной подвеской; г – конвейер с консольной подвеской

В маятниковых дозаторах (рис. 60, б) подвеска конвейера выполняется параллельно оси воронки для уравнивания давления столба материала. Нагрузка от конвейера полностью уравнивается за счет распределения его массы относительно оси подвески. Усилие передается с помощью туг в головной части конвейера. Оно зависит от распределения материала на входе и выходе из дозатора.

Наибольшую точность обеспечивают дозаторы с параллельной (рис. 60, в) и консольной (рис. 60, г) подвеской. Показания дозатора с параллельной подвеской не зависят от распределения материала по длине конвейера, чем и объясняется их наибольшее распространение.

Глава 2 ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СУШКИ ИЗМЕЛЬЧЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ И ШПОНА

§ 1. КЛАССИФИКАЦИЯ СУШИЛОК

Применяемые в производстве древесных плит и пластиков сушилки можно классифицировать по следующим признакам.

По способу передачи тепла к высушиваемому материалу сушилки делятся на конвективные, в которых материал непосредственно соприкасается с сушильным агентом, и комбинированные, в которых тепловая энергия передается материалу сушильным агентом, и контактом от соприкосновения материала с нагретыми деталями сушилки. Такой способ реализован в роликовых сушилках для шпона.

По виду сушильного агента сушилки делятся на воздушные и газовые. В воздушных сушилках агентом является нагретый в калориферах воздух, в газовых – топочные газы от сжигания древесного, жидкого или газообразного топлива.

По способу перемещения материала через сушилку их можно разделить на сушилки с пневматическим перемещением материала, сушилки с пневмомеханическим перемещением материала и аппараты комбинированной сушки. В сушилках для шпона реализуется механическое перемещение материала.

В сушилках с пневматическим перемещением измельченная древесина высушивается во взвешенном состоянии в потоке движущегося агента сушки. По конструкции различают: а) трубы-сушиллки, где скорость перемещения материала равна скорости агента сушки и значительно превышает скорость витания частиц; б) аэрофонтанные сушилки, где скорость агента сушки обеспечивает многократное фонтанирование высушиваемого материала и унос его из сушилки после полного высыхания; сушилки с сетчатым поддоном, где сушка производится в «кипящем слое». Интенсивность сушки в пневматических сушилках выше, чем в других типах сушилок, но уступает им по равномерности сушки.

Сушиллки с пневмомеханическим перемещением материала конструктивно оформляют в виде вращающихся или неподвижных барабанов, через которые продувают высушиваемый материал. Такие сушилки называют барабанными и используют три их разновидности: вращающийся одноходовой барабан, вращающийся трехходовой барабан и неподвижный барабан с сопловым дутьем.

Аппараты комбинированной сушки представляют собой сочетание трубы-сушиллки и барабана.

§ 2. БАРАБАННЫЕ СУШИЛКИ

Основная часть барабанной сушилки (рис. 61) – сварной барабан 7, на котором закреплены бандажи 5, катящиеся по опорным роликам 13 и 18. Ролики вращаются в радиальных подшипниках опорных станций 14 и 19. Барабан приводится во вращение от электродвигателя 16 и редуктора 17 через зубчатую пару с венцовой шестерней 6 на барабане. Сменными шестернями на редукторе частота вращения барабана меняется от 1,6 до 6,3 мин⁻¹.

Внутри барабана на длине 1 м расположена насадка из винтовых лопастей, служащая для питания барабана сырой стружкой. В остальной части барабана помещаются насадки (система лопаток), жестко связанные с его стенками. Насадки служат для интенсивного перемешивания частиц, их равномерного распределения по сечению барабана и продвижению материала вдоль него. В торцевых стенках барабана имеются люки для входа и выхода высушиваемого материала вместе с сушильным агентом. Барабан соединен с газоходами 2 и 9 посредством уплотнений 8. В газоход 2 через трубу 3 со шлюзовым затвором 4 поступает сырой материал, через бороз 20 – топочные газы из топки. Газоход 9 соединен с вентилятором 15, направляющим газовую смесь в газоход 10. Под влиянием разрежения, создаваемого вентилятором, топочные газы из топки 1 с температурой 800 – 900 °С поступают в смесительную камеру 22, где они смешиваются со свежим воздухом, подаваемым по трубе 21, в результате чего их температура снижается до 350 – 450 °С. В эту смесь через трубу 3 подается сырая измельченная древесина. Вследствие потери скорости на входе в барабан частицы падают на насадку из винтовых лопастей, пересыпаются на лопатки насадок и перемещаются вдоль барабана под влиянием напора газозвдушного потока. Из выхлопного газохода 10 газовая смесь с измельченной древесиной подается в циклон, откуда частицы через шлюзового затвор поступает в бункер.

Производительность барабанной сушилки зависит от температуры сушильного агента на входе в барабан, коэффициента заполнения барабана и частоты его вращения. Коэффициент заполнения барабана определяется видом насадки и углом его наклона.

Сушилка с сопловым дутьем работает по схеме, приведенной на рис. 62. В неподвижный барабан 5 через вытянутый по всей его длине газоход-сопло 11 газовоздушная смесь вдувается в тангенциальном направлении. Сырые древесные частицы, поступающие в барабан через шлюзовую питатель 4, под действием потока топочных газов перемещаются внутри барабана по спирали. В газоходе-сопле установлены щитки 10, поворотом которых изменяют угол входа газовоздушной смеси в барабан и регулируют шаг винтообразной траектории материала, чем определяется продолжительность сушки.

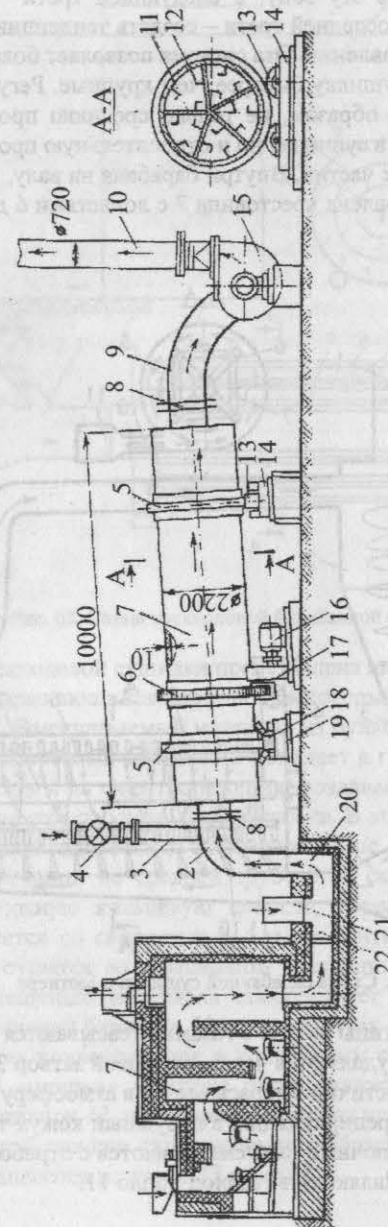


Рис. 61. Барабанная сушилка «Прогресс»

В первой трети барабана щитки расположены так, чтобы ускорить движение частиц через эту зону, в следующей трети – нейтрализовать движение вперед, а в последней трети – создать тенденцию к подаче материала в обратном направлении. Эта система позволяет более тонкие частицы продвигать через сушилку быстрее, чем крупные. Регулирование щитков определяет, таким образом, не только среднюю продолжительность нахождения материала в сушилке, но и относительную продолжительность сушки тонких и грубых частиц. Внутри барабана на валу, вращающимся в подшипниках 9, установлена крестовина 7 с лопастями 6 для перемешивания материала.

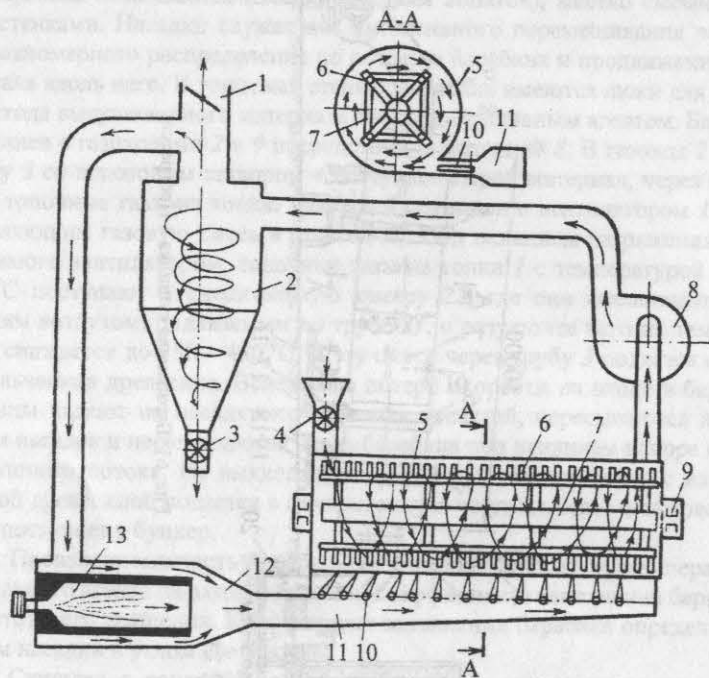


Рис. 62. Схема барабанной сушилки «Бютнер»

Высушенные частицы вместе с газами отсасываются вентилятором 8 в циклон 2, откуда они удаляются через шлюзовой затвор 3. Отработавшая газозвдушная смесь частично выбрасывается в атмосферу через трубу 1, а частично поступает на рециркуляцию в наружный кожух топки 13. В смешительной камере 12 топочные газы смешиваются с отработавшей газозвдушной смесью и направляются в газоход-сопло 11.

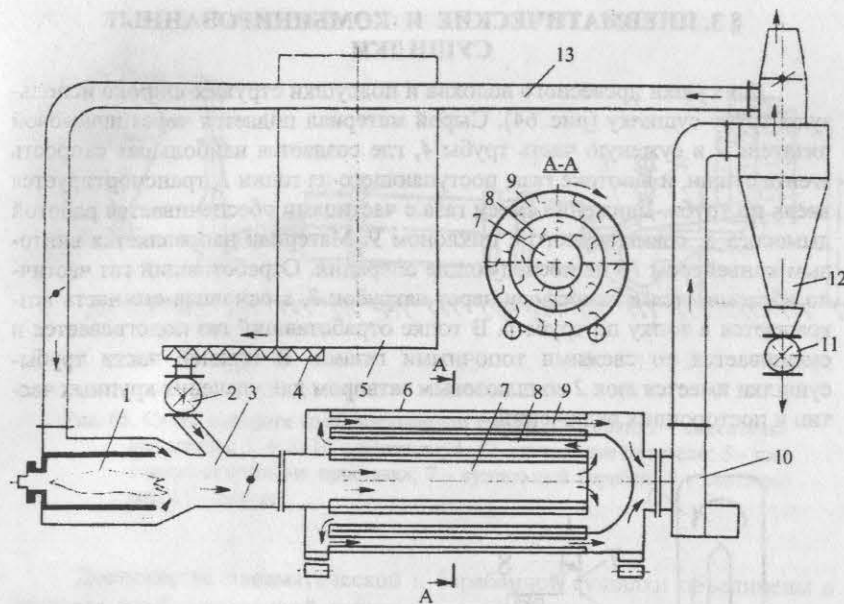


Рис. 63. Схема трехходовой барабанной сушилки

Схема трехходовой сушилки представлена на рис. 63. Сушилка представляет собой вращающийся барабан 6, в который коаксиально встроены две трубы 7 и 8. Высушиваемый материал из бункера 5 по винтовому конвейеру 4 через шлюзовой питатель 2 попадает в газоход 3 вместе с потоком горячих газов и за счет разрежения, создаваемого вентилятором 10, засасывается в центральную трубу 7 барабана. В этой трубе газозвдушная смесь с материалом движется со скоростью 20 м/с. Затем поток движется в обратном направлении по средней трубе 8 со скоростью 6–7 м/с, после чего через наружную кольцевую полость, образованную барабаном и трубой 8, движется со скоростью 4–5 м/с к вентилятору. В центральной трубе частицы сушатся во взвешенном состоянии. На втором и третьем участках перемещению материала способствует пересыпание частиц с насадок при вращении барабана. На этих участках сушка материала происходит как за счет конвекции, так и контактным способом. По выходе из барабана сухой материал в потоке отработавшей газозвдушной смеси направляется в циклон 12, из которого материал удаляется через шлюзовой затвор 11, а отработавшие газы частично выбрасываются в атмосферу и частично возвращаются по трубе 13 в топку 1.

§ 3. ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ И КОМБИНИРОВАННЫЕ СУШИЛКИ

Для сушки древесного волокна и подсушки стружек широко используют трубу-сушилку (рис. 64). Сырой материал подается через шлюзовой питатель 3 в суженую часть трубы 4, где создается наибольшая скорость агента сушки, и в потоке газа, поступающего из топки 1, транспортируется вверх по трубе. Движение смеси газа с частицами обеспечивается работой дымососа 8, совмещенного с циклоном 9. Материал направляется винтовым конвейером 10 на последующие операции. Отработавший газ частично вбрасывается в атмосферу через патрубок 7, а основная его часть возвращается в топку по трубе 6. В топке отработавший газ подогревается и смешивается со свежими топочными газами. В нижней части трубы-сушилки имеется люк 2 со шлюзовым затвором для удаления крупных частиц и посторонних включений.

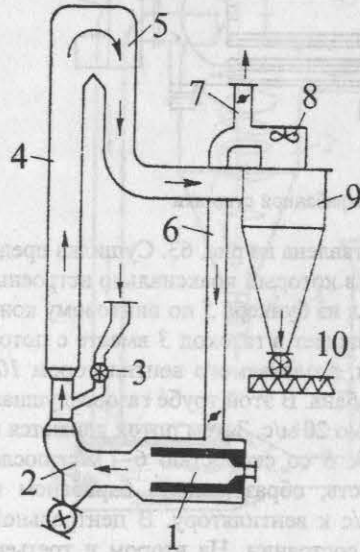


Рис. 64. Схема вертикальной трубы-сушилки

Трубы-сушилки (одно- и двухступенчатые) применяются в основном для сушки волокон, полученных на рафинаторах или дефибраторах. В двухступенчатой сушилке сушка проходит в два этапа. Общая длина труб достигает 120 м. На первой сушке температура сушильного агента составляет 200 – 300 °С, на второй – до 80 °С. Влажность частиц регулируется за счет изменения температуры сушильного агента и количества материала, подаваемого в сушилку.

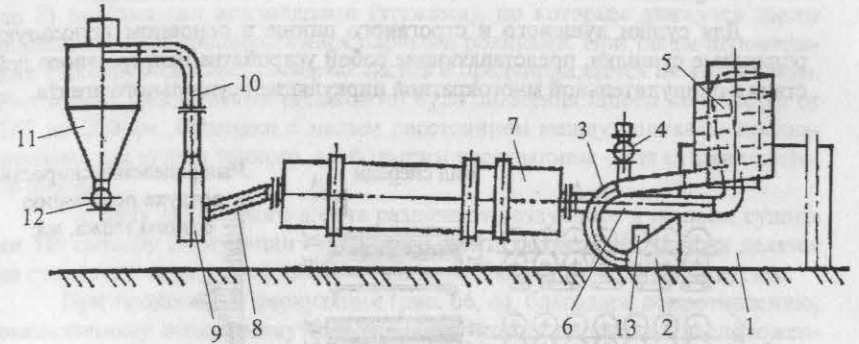


Рис. 65. Схема аппарата комбинированной сушилки: 1 – топка; 2 – смешительная камера; 3, 6, 8, 10 – газоходы; 4, 12 – шлюзовые питатели; 5 – циклонно-спиральная приставка; 7 – сушильный барабан; 9 – вентилятор; 11 – циклон

Достоинства пневматической и барабанной сушилки объединены в аппарате комбинированной сушилки. В таких аппаратах сушка материала происходит последовательно сначала в трубе-сушилке (первая ступень), а затем в сушильном барабане (вторая ступень). С целью уменьшения габаритов установки труба-сушилка выполнена в виде спирали. В спиральной приставке свободная влага удаляется из материала при высокой температуре агента сушки (600 – 800 °С), когда воздействие ее на сырую измельченную древесину пожаробезопасно, а влияние колебаний размеров частиц на конечную влажность незначительно. В сушильном барабане, работающем на выходящей из приставки газозвушной смеси с температурой 200 – 300 °С, из древесины удаляется связанная влага. Сушка ведется в пожаробезопасных условиях. Схема аппарата комбинированной сушилки показана на рис. 65. Топочные газы из топки 1 через смешительную камеру 2 по газоходу 3 подаются в нижнюю часть спиральной приставки 5. В газоподъемнике 4 поступает сырой материал. Газовзвесь, пройдя через приставку, по газоходу 6 направляется в сушильный барабан 7. Здесь материал досушивается и кондиционируется до заданной влажности. Далее вентилятором 9 высушенный материал с отработавшими газами по трубе 10 направляется в циклон 11, откуда материал выводится через шлюзовую питатель 12.

§ 4. КЛАССИФИКАЦИЯ РОЛИКОВЫХ СУШИЛОК

Для сушки лущеного и строганого шпона в основном используют роликовые сушилки, представляющие собой устройства непрерывного действия с принудительной многократной циркуляцией сушильного агента.

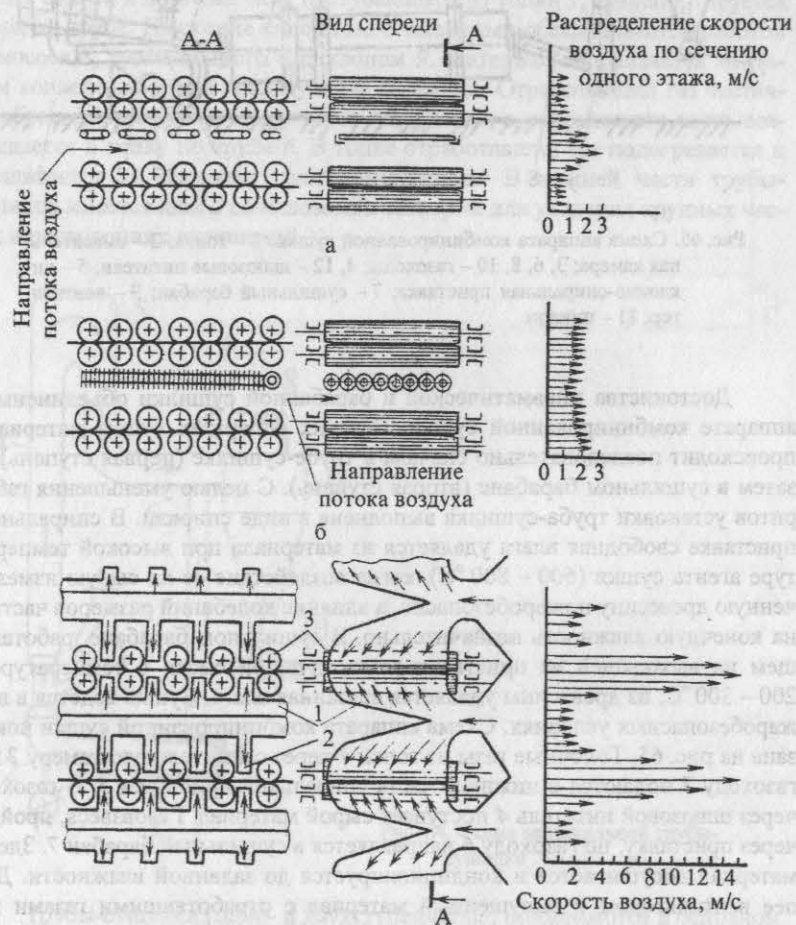


Рис. 66. Схемы циркуляции воздуха в роликовых сушилках: а – продольная; б – поперечная; в – с сопловым дутьем; 1 – змеевиковый калорифер; 2 – шпон; 3 – ролик; 4 – ребристый калорифер; 5 – газоход; 6 – сопло

Сушилки изготавливают с расположенными один над другим (от 3 до 8) роликовыми конвейерами (этажами), по которым движутся листы шпона, зажатые вращающимися парными роликами. При таком перемещении фиксируется плоская форма листов и предупреждается их коробление. Расстояние между осями роликов по пути движения шпона колеблется от 145 до 200 мм. Сушилки с малым расстоянием между роликами предназначены для сушки тонкого, а с большим расстоянием – для сушки толстого шпона.

По виду сушильного агента различают воздушные и газовые сушилки. По способу циркуляции сушильного агента роликовые сушилки делятся на сушилки с продольной, поперечной циркуляцией и с сопловым дутьем.

При продольной циркуляции (рис. 66, а), благодаря сопротивлению, оказываемому воздушному или газовому потоку поперечно расположенными роликами, сушильный агент имеет большую скорость между рядами роликов и меньшую у поверхности шпона.

При поперечной циркуляции (рис. 66, б) поток сушильного агента направлен вдоль роликов. Сопротивление потоку уменьшается, а скорость его по сравнению со скоростью в сушилках с продольной циркуляцией повышается и достигает 2–2,5 м/с. Продолжительность сушки шпона в таких сушилках на 10–20 % меньше, чем в сушилках с продольной циркуляцией сушильного агента.

В сушилке с сопловым дутьем (рис. 66, в) сушильный агент подается на шпон с двух сторон перпендикулярно плоскости листов из коробов через узкие сопла, расположенные между роликами. В этих сушилках скорость сушильного агента у поверхности шпона значительно выше, чем в сушилках первых двух групп. Интенсивность сушки в таких сушилках почти в 2 раза выше, чем в сушилках с поперечной циркуляцией.

§ 5. ВОЗДУШНЫЕ РОЛИКОВЫЕ СУШИЛКИ

Наибольшее распространение для сушки шпона получили воздушные сушилки с поперечной циркуляцией СУР-4, СУР-5 и сушилка с сопловым дутьем СУР-8.

Роликовая сушилка СУР-4 (рис. 67) состоит из загрузочной этажерки с приводными роликами, восьми секций суши I–VIII, секции охлаждения IX и разгрузочной этажерки. Шпон перемещается между двух парных роликов, которые приводятся во вращение от электродвигателей бесконечными цепями. Частота вращения роликов может изменяться вариатором, что позволяет регулировать скорость движения шпона. Вентиляторная установка оборудована десятью осевыми вентиляторами, размещенными в два ряда по вертикали в левом боковом коридоре сушилки. Восемь из них обслуживают секции суши и два – камеру охлаждения. Вентиляторные валы приводятся во вращение двумя электродвигателями, расположенными с торцов бокового коридора. Воздух засасывается из секций II, III, VI, VII и нагнетается в смежные секции I, IV, V, VIII. Для уменьшения аэродинамических сопротивлений в

коридорах установлены направляющие экраны. Внутри сушилки между секциями с противоположным направлением потока установлены перегородки, имеющие проемы для прохода шпона. Отработавший воздух выбрасывается через трубы 3, установленные на напорной стороне вентиляторов. Свежий воздух поступает через трубы 5 на всасывающей стороне вентиляторов. В камеру охлаждения воздух входит через патрубок 8 и вбрасывается в атмосферу через трубу 9. Воздух нагревается ребристыми калориферами, которые устанавливаются в каждой секции по шесть штук в высоту.

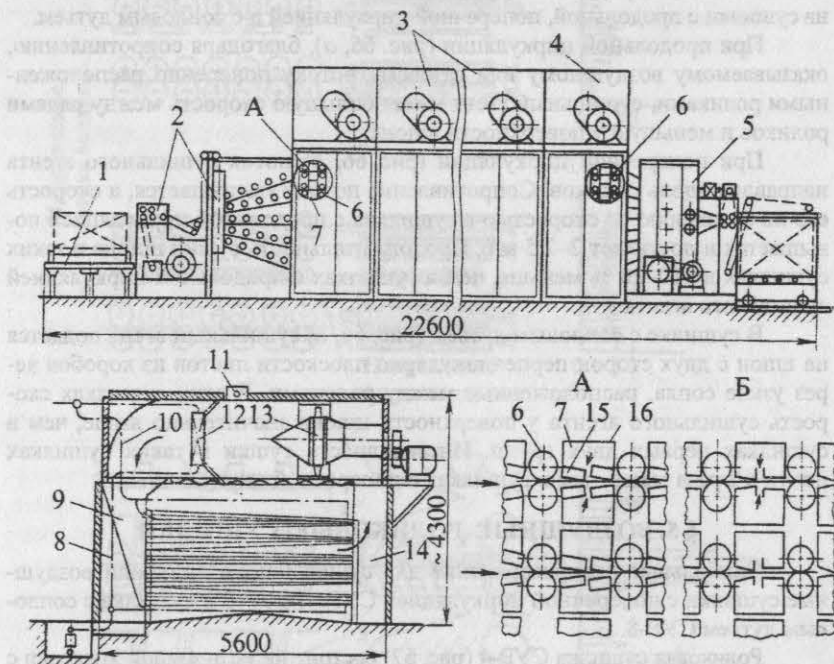


Рис. 67. Роликовая сушилка СУР-8

Сушилки с сопловым дутьем получили в последнее время широкое распространение. Воздух в них нагревается выносными пластинчатыми калориферами, а для циркуляции служат центробежные или осевые вентиляторы.

В радиационно-сопловой сушилке СУР-8 коробка служит не только воздуховодами, но и нагревательными устройствами, передающими теплоту шпону как конвекцией, так и радиацией (рис. 67). Она состоит из под-

емника 1, механизма загрузки 2, восьми сушильных секций 3, секции охлаждения 4 и механизма выгрузки 5. В нижней части каждой сушильной секции размещены роликовые конвейеры 6 и радиационно-сопловые кораба 7, а в верхней, циркуляционной части, — осевой вентилятор 13 с приводом и пластинчатый калорифер 12. Пар к нагревательным устройствам подается по трубам 10, а конденсат отводится по трубам 8.

Циркуляция выполняется следующим образом. Вентилятор забирает воздух из правого бокового коридора 14 и нагнетает его через пластинчатый калорифер в левый боковой коридор 9, а из него в сопловые кораба. Из щелей сопловых коробов по всей ширине сушилки воздух со скоростью 10–12 м/с выбрасывается перпендикулярно поверхности шпона. Из междуэтажного пространства воздух направляется поперек сушилки к правому коридору 14 и дальше к вентилятору на рециркуляцию. Свежий воздух подсасывается через неплотности ограждений, а отработавший выбрасывается через трубы 11 в потолке сушилки.

Принципиальная особенность сушилки — устройство сопловых коробов (поз. А). Их боковые стенки 16 выполнены из листового железа, а стенка, обращенная к шпону, — из двух прямоугольных труб 15, обогреваемых паром (прямоугольные трубы могут быть заменены круглыми). Зазор между этими трубами выполняет функции сопла. В секции охлаждения (поз. Б) кораба сделаны без нагревательных труб.

§ 6. ГАЗОВЫЕ РОЛИКОВЫЕ СУШИЛКИ

Газовые роликовые сушилки выполняют с продольной циркуляцией и с сопловым дутьем. На рис. 68 приведен общий вид газовой 8-этажной роликовой сушилки СРГ-25. Она состоит из десяти секций сушки 1 и двух секций охлаждения 2. Ролики 11 приводятся во вращение цепями от лебедки 17 через коробку скоростей 18. Для натяжения цепей применена колонка 10 с устройством, отключающим привод при обрыве цепи. В камере охлаждения осуществляется поперечная однократная циркуляция воздуха от двух осевых вентиляторов. Один из них нагнетает холодный воздух в камеру, а второй выбрасывает отработавший воздух в атмосферу. Сушилка снабжена паровой (от труб 5) противопожарной системой.

Сырой шпон с двух подъемных платформ 9 направляется в подающие ролики загрузочного механизма 8. Листы шпона автоматически распределяются по этажам загрузочной этажерки 7 и далее в парные ролики сушилки. Высушенный и охлажденный шпон поступает на разгрузочное устройство 4, которое подает листы шпона поочередно из всех этажей в стопы на роликовый стол 3. По мере заполнения стоп роликовый стол опускается. После заполнения всей стопы она перемещается на вагонетку для последующего транспортирования.

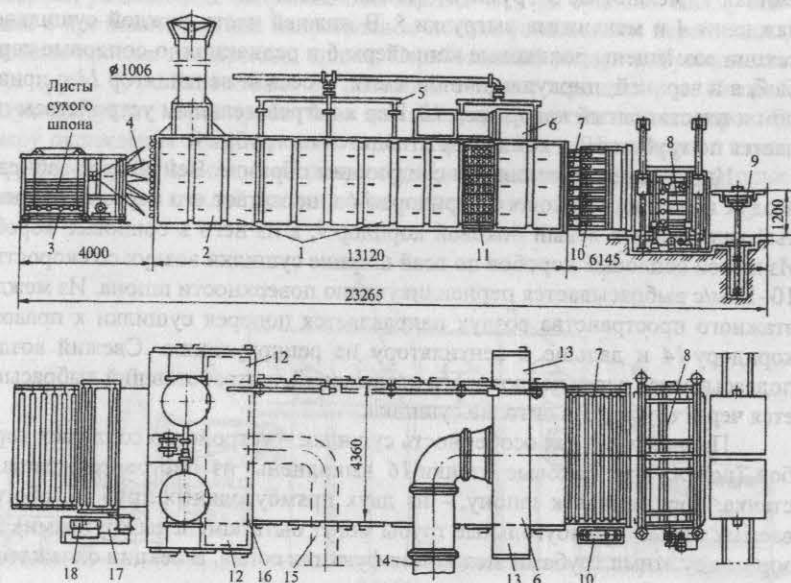


Рис. 68. Схема роликовой сушилки СРГ-25: 1 – секция сушки; 2 – секция охлаждения; 3 – подъемная платформа; 4 – выгрузочное устройство; 5 – трубопроводы пожаротушения; 6 – роликовая система; 7, 12, 13, 14 – газоходы; 8 – загрузочная этажерка; 9 – натяжное устройство; 10 – загрузочный лифт; 11 – подъемная платформа; 15 – привод цепей роликов; 16 – коробка скоростей

Циркуляция газа в сушилке выполняется следующим образом. Смесь топочных газов с воздухом вентилятором топки нагнетается по газоходу 14 в распределительный горизонтальный газоход 6 и далее по боковым газоходам 13 в «сырой» конец сушилки. В газоходах 13 газоздушная смесь системой экранов распределяется по этажам сушилки и движется вдоль нее в направлении движения шпона. Из «сухого» конца сушильной части отработавшая смесь по боковым газоходам 12 и подземным газоходам 15 и 16 высасывается центробежным вентилятором топки.

Сушилка СРГ-50 состоит из 20 секций сушки. Она оборудована двумя топками и двумя вентиляторными установками, подающими газоздушную смесь в среднюю часть сушилки. Далее смесь направляется одновременно к «сырому» и «сухому» концам сушилки. Сушилка имеет ступенчатое регулирование скорости движения шпона.

§ 7. СУШИЛКИ ДЛЯ ПРОПИТАННОГО СМОЛОЙ ШПОНА

Пропитанный шпон обычно сушат в конвейерных сушилках непрерывного действия (рис. 69). На подъемную платформу 1 устанавливают стопу шпона 2. Со стопы листы шпона последовательно подаются в ванну 5. Ванна разделена по высоте на две части перегородкой 4. Нижняя часть заполнена водой и обогревается калориферами 7. В верхней части расположены сетчатый конвейер 6, приемные ролики 3, отжимные ролики 8 и ролики 9, выдающие из ванны пропитанный шпон. Верхняя часть ванны до конвейера 6 заполнена смолой. Выходящий из ванны лист шпона попадает в буферную секцию 10 и располагается так, что конец листа находится между роликами 11. При этом верхний ролик поднят. Расстояние между ванной и роликами 11 равно максимальной длине листов шпона. При пропитке более коротких листов включаются досылающие ролики 12.

В момент подхода рамок 14 конвейера 15 к загрузочному механизму опускается верхний ролик 11. Пропитанный лист выдается на роликовый конвейер 13 с вращающимися консольными роликами. Рамки 4 снимают листы с конвейера, переводя их из горизонтального в вертикальное положение, в котором они перемещаются вдоль камеры 16.

Камера 16 состоит из четырех последовательных отделений. В первом отделении циркуляция воздуха отсутствует и происходит частичное проникновение смолы в шпон при 60–65°C. Во втором отделении проходит первая фаза сушки при 70–75°C. Центробежный вентилятор 28 обеспечивает поперечную (справа налево) циркуляцию воздуха, нагреваемого пластинчатым калорифером 27. В третьем отделении проходит вторая фаза сушки при 90°C. Центробежный вентилятор 26 обеспечивает поперечную циркуляцию воздуха, нагреваемого пластинчатым калорифером 25. В четвертом отделении шпон охлаждается холодным воздухом, подаваемым первым осевым вентилятором через трубу 21 и выбрасываемым в атмосферу вторым осевым вентилятором через трубу 24. Привод обоих вентиляторов осуществляется от электродвигателя 20.

Высушенный и охлажденный шпон при горизонтальном положении рамок выгружается вращающимися консольными роликами 19 в стопу 17, расположенную на подъемнике 18. Привод роликов осуществляется от электродвигателя 23 через два последовательно установленных редуктора 22.

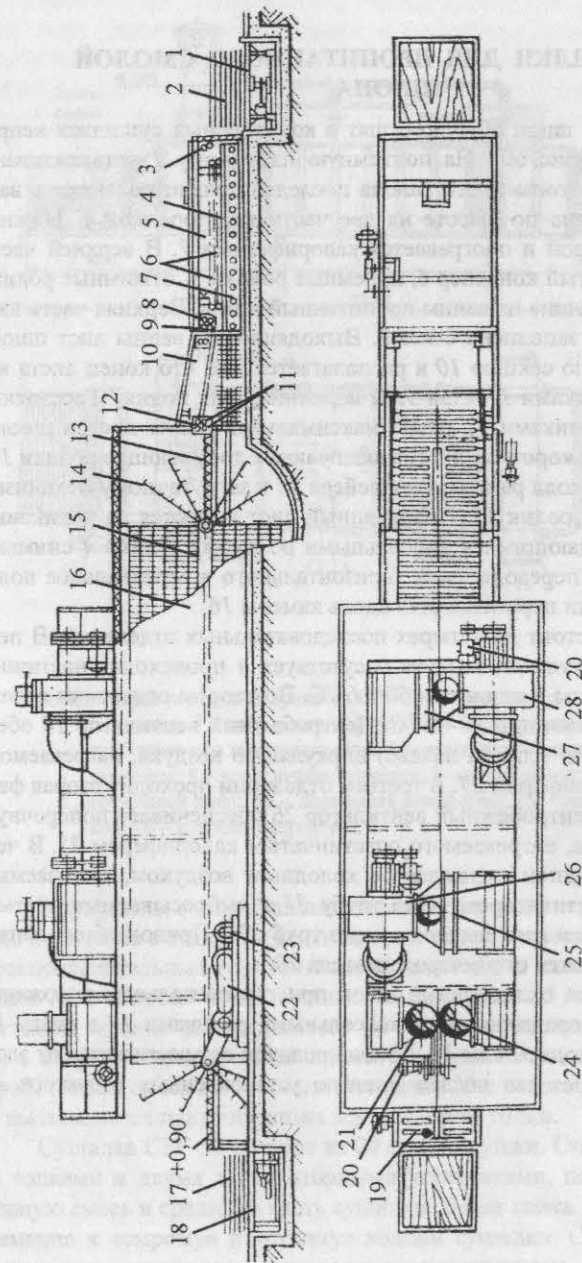


Рис. 69. Поточная линия пропитки, сушки и охлаждения шпона

Использование радиационно-сопловой сушилки вместо конвейерной позволяет упростить линию. Преимущество радиационно-сопловой сушилки для пропитанного шпона по сравнению с конвейерными состоит в том, что шпон по сушилке перемещается по сушилке в горизонтальном положении. Это позволяет пропитывать и сушить длинный шпон. Кроме того, продолжительность сушки шпона в такой сушилке не превышает 2 мин.

Глава 3 ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СОРТИРОВКИ ИЗМЕЛЬЧЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

В процессе измельчения древесины наряду с кондиционными образуются частицы, размеры которых значительно больше или меньше требуемых. Для отделения крупных частиц, а также разделения кондиционной измельченной древесины по фракциям применяют механические или пневматические сепараторы. Основными критериями оценки работы сепаратора являются производительность и эффективность. Производительность сепаратора — это количество материала, который сепаратор в определенных условиях может успешно пропустить. Эффективность показывает качество разделения частиц и выражается как процент, полученный от деления количества пропущенного материала определенного размера на количество такого материала в смеси частиц.

§ 1. МЕХАНИЧЕСКОЕ СОРТИРОВАНИЕ

При механическом сортировании частицы разделяются в основном по длине и ширине вследствие просеивания материала через сита с различными по величине отверстиями. Выбор типа сита, наиболее пригодного для требуемого сортирования, не всегда прост, так как сортирование процесс эмпирический и здесь отсутствует стройная математическая теория. Оптимальным решением является выбор сита или системы сит, которые лучше всего подходят для данного конкретного случая и были опробованы в лабораторных условиях.

На условия сортирования влияет ряд факторов: плотность и влажность материала, форма частиц, скорость подачи частиц на сито, продолжительность нахождения материала на сите, вид движения сита. В результате просеивания через одно сито исходный материал делится по величине частиц на две фракции. Часть материала, прошедшая через сито, называется проходом, а оставшаяся на сите часть и сходящая с него — сходом. В машинах с круговым поступательным движением сит древесные частицы перемещаются по ситам сверху вниз с сита на сито и постепенно просеиваются, разделяясь на несколько фракций, различающихся крупностью частиц.

Промышленные сепараторы можно разделить на две основные категории: сепараторы с высокой частотой и малой амплитудой колебаний и сепараторы с малой частотой, но большой амплитудой колебаний.

Наиболее распространены сортировки с продольными колебаниями сита в направлении движения просеиваемого материала. Эти сортировки подразделяются на вибрационные и качающиеся.

В вибрационных сепараторах перемещение корпуса и сетки зависят как от состояния движущихся масс, так и от упругости гибких опор. К таким машинам относятся грохоты с приводом от неуравновешенных грузов. Частицы проходят через сепаратор скачкообразно, практически без трения о поверхность сита.

В качающихся сортировках движения корпуса и сетки являются строго установленными по величине и направлению и не зависят от величины участвующих в колебании масс. К таким машинам относятся грохоты с кривошипно-шатунным или эксцентриковым механизмом. Они отличаются друг от друга тем, что некоторые их части движутся по кругу или эллипсу в плоскости сортировки. Поверхность сортировки может быть горизонтальной или наклонной, последняя соотнесена, по крайней мере частично, с центром тяжести, чтобы передавать материал от входа к выходу.

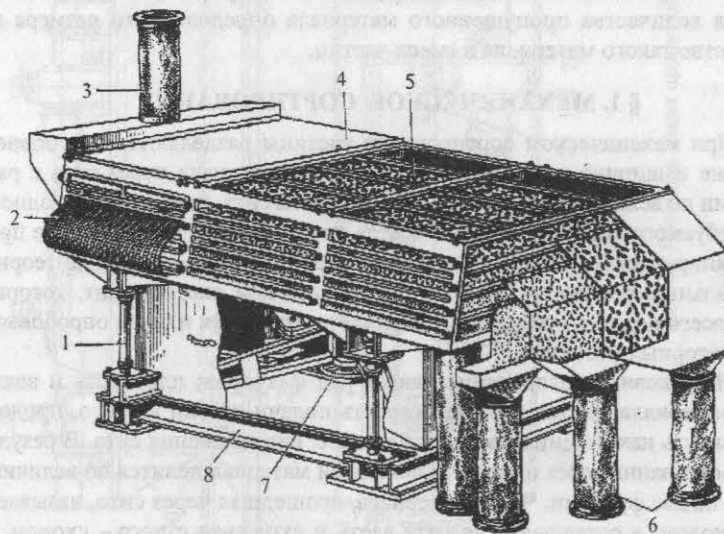


Рис. 70. Общий вид качающейся сортировки: 1 – опорная стойка; 2 – сито (в выдвинутом состоянии); 3 – гибкий рукав подачи стружки; 4 – короб; 5 – верхнее сито; 6 – гибкие рукава отвода рассортированной стружки; 7 – привод; 8 – основание (рама)

На рис. 70 приведен качающийся сепаратор, который приводится в движение с помощью эксцентрика. Сепаратор устанавливают на шаровых опорах, удерживающих его так, чтобы сохранилось линейное движение. Движение короба эллиптическое, причем короткая ось эллипса становится меньше по мере приближения к участку выхода. Считают, что такое движение обеспечивает более эффективную работу на очень загруженном участке загрузки и большую передачу материала в менее загруженные зоны.

Производительность сепаратора определяет максимальная скорость подачи, при которой обеспечиваются требуемые результаты разделения материала. В экстремальных случаях сепаратор может пропускать очень большую массу частиц, работая как конвейер. Эффективность сортировки зависит от конструкции и технологических параметров: длины сита, времени нахождения материала на нем, угла наклона сита, а также свойств исходного материала – влажности, гранулометрического состава и др.

Качающиеся сепараторы обеспечивают интенсивное просеивание и перемещение материала по просеивающей поверхности благодаря конструкции привода, которая обеспечивает перемещение материала с ситом в одном направлении (сила трения больше силы инерции) и отставание его от сита при движении в противоположном направлении (сила инерции больше силы трения).

Перемещение частицы массой G по ситы наступит при условии $P = F$, где P – сила инерции частицы; F – сила трения. Известно, что $P = ma$, а $F = mgf$, где m – масса частицы, кг; a – ее ускорение, m/c^2 ; g – ускорение свободного падения, m/c^2 ; f – коэффициент трения покоя. Тогда

$$ma = mgf, \quad (99)$$

откуда $a = gf$. От величины ускорения a зависят условия движения частицы по ситы. Критическое значение ускорения $a_{кр}$, при котором будет происходить сортирование $a_{кр} = gf$. Если $a < a_{кр}$, частицы неподвижны, при $a > a_{кр}$ они перемещаются и проваливаются в отверстия, а при $a \gg a_{кр}$ могут проскатываться над отверстиями.

Условия, при которых характер движения материала на сите будет соответствовать сортированию, определяется эксцентриситетом и частотой вращения вала, c^{-1} :

$$n = 1 / (2 \sqrt{r \operatorname{tg} \alpha}), \quad (100)$$

где α – угол наклона сита, град; r – радиус кривошипа (эксцентриситет), мм.

Производительность качающегося сепаратора:

$$Q = \mu b h \omega, \quad (101)$$

где μ – коэффициент разрыхления материала; b – ширина короба сепаратора, м; h – высота слоя материала на сите, м; ω – скорость перемещения материала на сепараторе, m/c .

Скорость перемещения материал на сепараторе (м/с) зависит от угла наклона сита и определяется по формуле

$$\omega = (2,36 \dots 2,1) \sqrt{d}, \quad (102)$$

где d — диаметр отверстий сита, мм.

Мощность, потребляемая сепаратором, расходуется на преодоление сил трения в эксцентриках от действия центробежных сил инерции и сил тяжести. Приблизительно ее определяют по кинетической энергии масс m , движущихся с поступательной скоростью ω . Работа (Дж) за два хода сита составит:

$$A = 2m\omega^2/2, \quad (103)$$

где m — масса колеблющихся частей сепаратора и материала, кг; ω — скорость движения сита, м/с.

Если скорость ω выразить через частоту вращения эксцентрикового вала n (c^{-1}) из условий, что $\omega = \omega n$, а $\omega = 2\pi n$, то

$$A = 4m\pi^2 n^2 r^2, \quad (104)$$

где r — радиус кривошипа, м.

Мощность (Вт), требуемая для сортирования:

$$N_e = An. \quad (105)$$

§ 2. ВОЗДУШНЫЕ СЕПАРАТОРЫ

Процесс разделения смеси древесных частиц воздушным потоком основан на разности скорости витания различных древесных частиц, которая зависит от формы частиц и их массы. На массу частиц влияет породный состав и влажность древесины, что отрицательно отражается на качестве разделения смеси на отдельные фракции. Несмотря на это пневматические сепараторы позволяют с достаточной точностью разделять древесные частицы по толщине.

Любая частица, помещенная в поднимающийся поток воздуха, находится под действием двух противоположно направленных сил (рис. 71, а). Поток воздуха определяет подъемную силу R , направленную вверх. Величина этой силы прямо пропорциональна площади частицы и зависит от плотности, скорости и вязкости воздуха.

Этой вертикальной силе противоположна сила тяжести частицы G . Результирующая сложения этих сил определяет, будет ли частица подниматься, опускаться или витать. При подаче в камеру сепарирования (рис. 71, б, в) частиц различных размеров и массы они под действием постоянного потока воздуха будут двигаться каждая по своей траектории. Таким образом, мелкие частицы будут унесены воздушным потоком дальше, нежели более крупные.

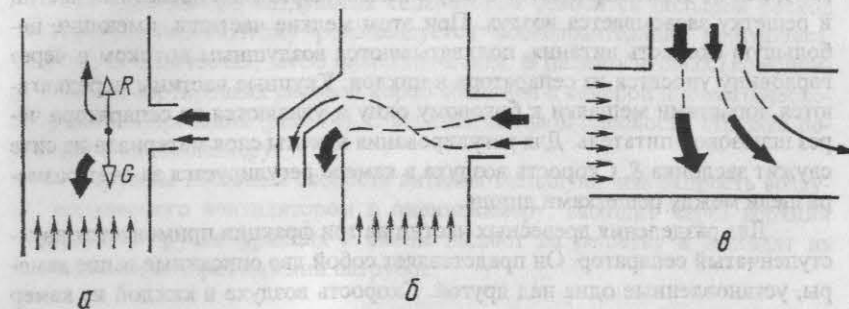


Рис. 71. Схемы сепарирования в воздушном потоке: а — схема действия сил; б — сепарирование в вертикальном потоке; в — сепарирование в горизонтальном потоке

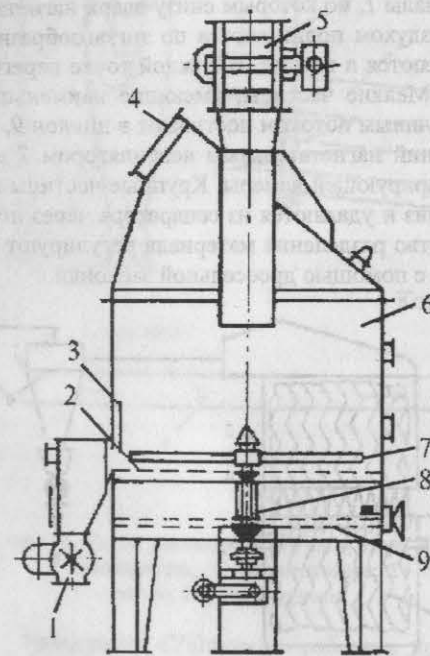


Рис. 72. Схема одноступенчатого пневмосепаратора: 1 — шлюзовые питатели; 2 — сетчатое дно; 3 — шибер; 4 — труба; 5 — камера; 6 — лопасти; 7 — вал; 8 — вал; 9 — решетчатое дно

В одноступенчатом сепараторе (рис. 72) стружка через шлюзовой затвор подается в цилиндрическую камеру, имеющую два днища. Верхнее представляет собой сито, а нижнее состоит из двух решеток. Над ситовым днищем установлена мешалка с лопастями, равномерно распределяющая

материал по его поверхности. Снизу в камеру через слой древесных частиц и решетку засасывается воздух. При этом мелкие частицы, имеющие небольшую скорость витания, подхватываются воздушным потоком и через горловину уносятся из сепаратора в циклон. Крупные частицы передвигаются лопастями мешалки к боковому окну и удаляются из сепаратора через шлюзовую питатель. Для регулирования высоты слоя материала на сите служит заслонка 8. Скорость воздуха в камере регулируется за счет размера щели между решетками днища.

Для разделения древесных частиц на три фракции применяется двухступенчатый сепаратор. Он представляет собой две описанные выше камеры, установленные одна над другой. Скорость воздуха в каждой из камер различна.

В каскадном сепараторе (рис. 73) сортируемый материал питателем 2 подается на распределительный винт 4, под которым установлен разбрасывающий валец 5. Он разрыхляет подаваемый материал и бросает его в зигзагообразные сепарирующие каналы 1, по которым снизу вверх нагнетается воздух. Частицы вместе с воздухом поднимаются по зигзагообразным каналам, сталкиваются, разрыхляются и витают. В каждой точке перегиба каналов частицы разделяются. Мелкие частицы, имеющие наименьшую скорость витания, вместе с воздушным потоком поступают в циклон 9, где отделяются от воздуха. Последний нагнетательным вентилятором 7 возвращается в нижнюю часть сепарирующей камеры. Крупные частицы выпадают из аэросмеси, падают и удаляются из сепаратора через шлюзовую затвор 6. Границу и качество разделения материала регулируют путем изменения скорости воздуха с помощью дроссельной заслонки.

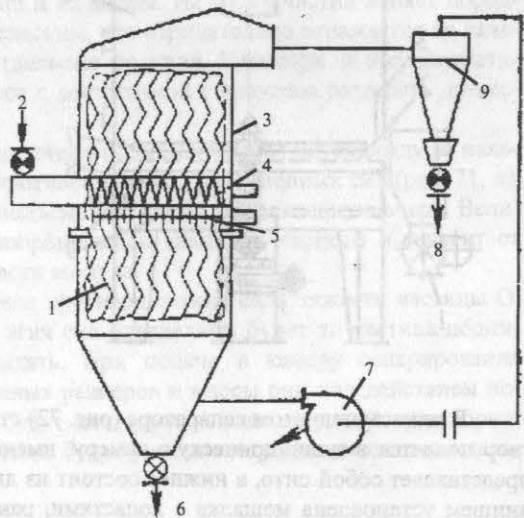


Рис. 73. Схема каскадного сепаратора

К недостатком воздушных сепараторов относится большой расход электроэнергии. Поэтому рекомендуется последовательная сортировка: вначале механическая, затем пневматическая. В пневмоситовых (комбинированных) сортировках ситовой короб соединен с камерой пневматического фракционирования (рис. 74). С верхней ситовой плоскости стружка поступает в пневмокамеру.

Стружка, имеющая скорость витания меньшую, чем скорость воздуха, подаваемого вентилятором в пневмокамеру, выходит через верхний патрубок, а грубая фракция и сколы падают на решетку и выходят из пневмокамеры через нижний патрубок.

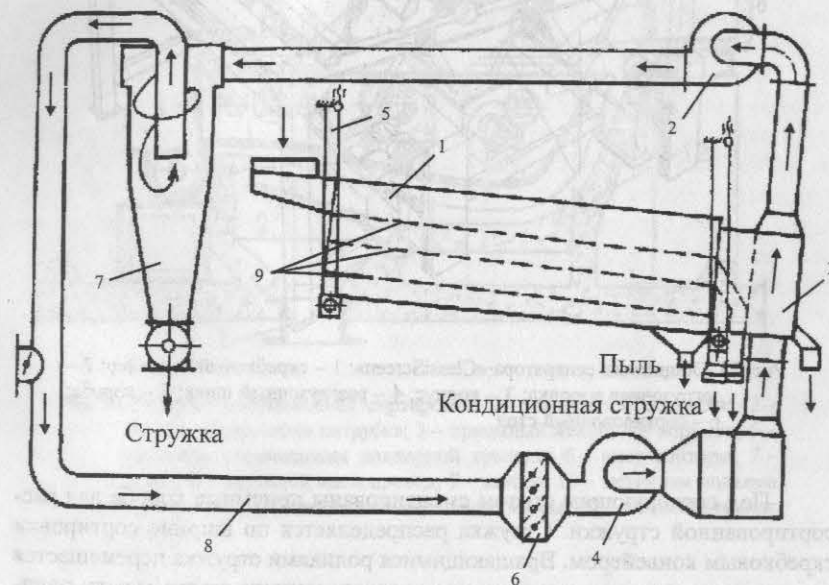


Рис. 74. Схема пневмоситового сепаратора ДРС-4: 1 – ситовой короб; 2, 4 – вентиляторы; 3 – пневмокамера; 5 – тросовая подвеска; 6 – жалюзи; 7 – циклон; 8 – пневмопровод

Концерном «Valmet» разработана принципиально новая установка (рис. 75) для сортировки стружки «ClassiScreen». Внутри корпуса установлен сортирующий стол, состоящий из хромированных металлических роликов диаметром 62,5 мм. На поверхности роликов имеется специальная насечка, препятствующая сходу стружки со стола и обеспечивающая их самоочистку от налипшей стружки. Зазоры между роликами регулируются и увеличиваются по направлению от загрузочной воронки.

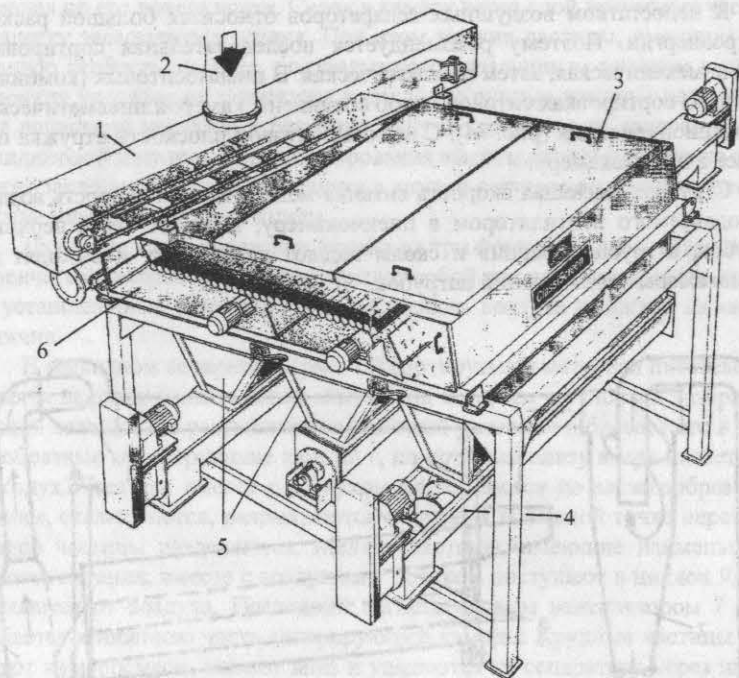


Рис. 75. Общий вид сепаратора «ClassiScreen»: 1 – скребковый конвейер; 2 – загрузочная воронка; 3 – корпус; 4 – разгрузочный шнек; 5 – коробка; 6 – сортировочный стол

Под сортирующим столом смонтированы приемные коробки для рассортированной стружки. Стружка распределяется по ширине сортировки скребковым конвейером. Вращающимися роликами стружка перемещается по столу, при этом частицы, размер которых меньше зазора между роликами, просыпаются в соответствующие приемные коробки, откуда удаляются винтовыми конвейерами. Установка способна сортировать как сухую, так и влажную стружку.

§ 3. СОРТИРОВАНИЕ МАССЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ ДВП

Волокнистая масса, полученная на рафинерах, содержит пучки волокон и целые кусочки древесины. Количество такой не домолотой древесины может составлять 10–20 % от общего количества волокна.

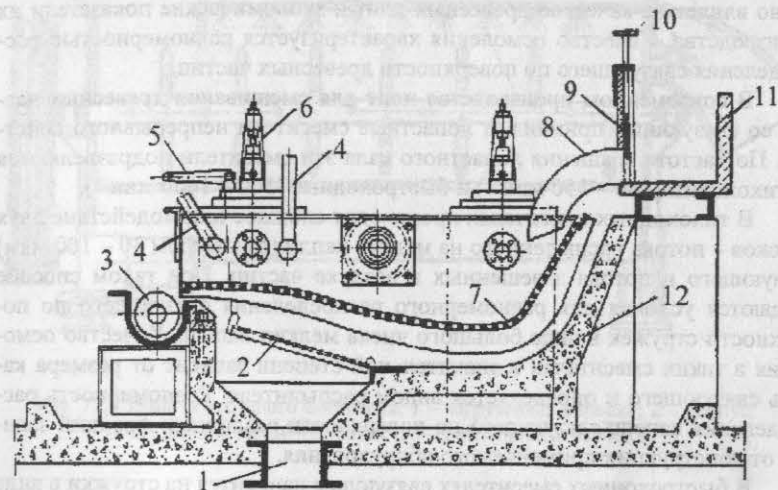


Рис. 76. Плоская вибрационная сортировка: 1 – выпускной патрубок; 2 – крышка выпускного патрубка; 3 – приемный желоб; 4 – спрыски; 5 – механизм перемещения опорной крышки; 6 – амортизаторы; 7 – лоток; 8 – впускной массопровод; 9 – шибера; 10 – механизм подъема шибера; 11 – распределительный ящик массы; 12 – железобетонная ванна

Плоская вибрационная сортировка для мокрого сортирования представляет собой корытообразный перфорированный лоток (рис. 76). При вертикальной вибрации лотка в древесноволокнистой массе концентрацией 3 % вода с силой проталкивается через отверстия в обе стороны. Крупные частицы всплывают наверх. Поднявшаяся вверх грубая масса концентрацией 6–8 % поступает к плоскому разгрузочному концу лотка, через который в результате встряхивания переваливается на конвейер и подается на вторичный размол. Здесь же струей воды смывают осевшее на крупные частицы мелкое волокно. Отсортированная качественная масса концентрацией 0,3 % через патрубок уходит в массопровод и далее подается на сгустители.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СМЕШИВАНИЯ

§ 1. КЛАССИФИКАЦИЯ СМЕСИТЕЛЕЙ

Смешивание древесных частиц со связующим (осмоление) существенно влияет на качество древесных плит и экономические показатели их производства. Качество осмоления характеризуется равномерностью распределения связующего по поверхности древесных частиц.

В современном производстве плит для смешивания древесных частиц со связующим применяют лопастные смесители непрерывного действия. По частоте вращения лопастного вала эти смесители подразделяются на тихоходные ($60 - 150 \text{ мин}^{-1}$) и быстроходные ($500 - 1600 \text{ мин}^{-1}$).

В тихоходных смесителях происходит сложное взаимодействие двух потоков – потока распыленного на мелкие капли (диаметром $30 - 100 \text{ мкм}$) связующего и потока взвешенных в воздухе частиц. При таком способе создаются условия для равномерного распределения связующего по поверхности стружек в виде большого числа мелких капелек. Качество осмоления в таких смесителях в значительной степени зависит от размера капелек связующего и определяется видом распылителя. Равномерность распределения капелек связующего по поверхности различных фракций зависит от конструкции применяемого оборудования.

В быстроходных смесителях связующее наносится на стружки в виде капелек, а затем перераспределяется по поверхности древесных частиц за счет перемазывания при их интенсивном перемешивании.

Различают быстроходные смесители с вводом связующего через полый вал и смесители с вводом связующего извне.

§ 2. ТИХОХОДНЫЕ СМЕСИТЕЛИ

Смесители этого типа представляют собой овальный горизонтальный барабан с вращающимся внутри него лопастным валом (рис. 77). В верхней части барабана по его образующей установлены форсунки для распыления связующего в виде конусообразных факелов. Лопастями вала стружка постепенно продвигается вдоль барабана и, пройдя под всеми форсунками, выбрасывается из смесителя. Осмоление стружки происходит в верхней части барабана во время прохода частиц через поток распыленного связующего. При этом стружки лопастями разбрасываются на такую высоту, чтобы расстояние между наивысшей из траекторий стружек и отверстием форсунки было $15 - 20 \text{ см}$. Это расстояние считается оптимальным для образования распылительного конуса. Для меньшего разброса стружек в смесителе установлены отражательные экраны. Прошедшая че-

рез поток связующего стружка падает на дно барабана, где перемешивается с остальными стружками.

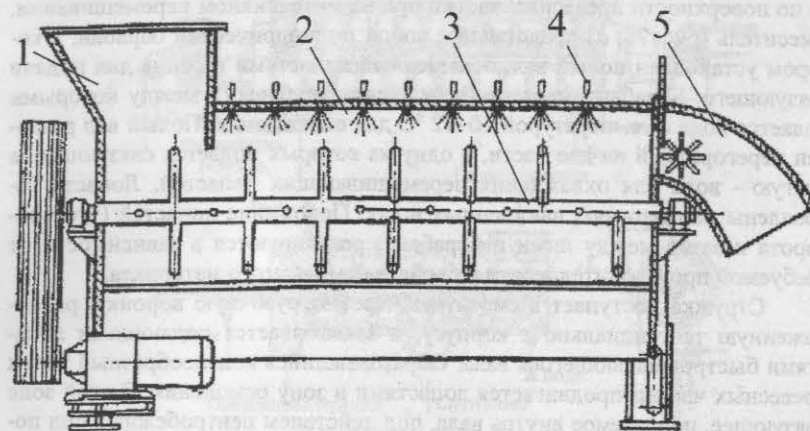


Рис. 77. Схема тихоходного смесителя: 1 – загрузочная воронка; 2 – корпус; 3 – лопастной вал; 4 – форсунки; 5 – разгрузочная воронка

В этих смесителях связующее распределяется на стружках неравномерно. Сложность процесса взаимодействия потоков стружки и распыляемого связующего приводит к тому, что одни стружки перекрывают другие. Некоторые из них попадают в поток связующего несколько раз, другие только раз, часть не попадает ни разу.

Тихоходные смесители имеют ряд недостатков. Воздух, поступающий в смеситель, при распылении связующего пневматическими форсунками необходимо удалять из смесителя через разгрузочное отверстие или вытяжную шахту. При этом часть связующего в виде тумана, образующегося при распылении, выходит вместе с воздухом и теряется. На внутренних стенках барабана, вале и лопастях образуются наросты связующего, удаление которых требует затрат и времени. Стружка разных фракций осмоляется неравномерно. Производительность смесителей при большой массе и габаритах низкая (до 400 кг/ч осмоленной стружки на 1 м^3 объема барабана), а энергозатраты высокие (до 10 кВт на 1 т осмоленной стружки). В тихоходных смесителях не происходит измельчение стружки в процессе осмоления. Поэтому они используются в производстве плит из крупноразмерной стружки.

§ 3. БЫСТРОХОДНЫЕ СМЕСИТЕЛИ

Принцип работы быстроходного смесителя заключается в нанесении на стружку каплей связующего с последующим размазыванием связующего по поверхности древесных частиц при их интенсивном перемешивании. Смеситель (рис. 78, а) представляет собой цилиндрический барабан, в котором установлен полый вал, оснащенный лопастями и сопла для подачи связующего. Барабан имеет двойные стенки (рубашку), между которыми подается вода с температурой 10–12 °С для охлаждения. Полый вал разделен перегородкой на две части, в одну из которых подается связующее, в другую – вода для охлаждения перемешивающих лопастей. Лопасти закреплены на стержнях, ввинченных в вал. Положение лопастей (угол поворота и зазор между ними и барабана) регулируются в зависимости от требуемой производительности и свойств осмоляемого материала.

Стружка поступает в смеситель через загрузочную воронку, расположенную тангенциально к корпусу, и захватывается подающими лопастями быстро вращающегося вала. Образовавшийся кольцеобразный поток древесных частиц продвигается лопастями в зону осмоления. В этой зоне связующее, подаваемое внутрь вала, под действием центробежных сил поступает в сопла и разбрызгивается ими. Сопла расположены на валу по винтовой линии, направление которой таково, что движение стружки вдоль оси смесителя замедляется для обеспечения необходимой степени покрытия их связующим. Кольцо древесных частиц из зоны осмоления перемещается в зону интенсивного перемазывания. В этой зоне на валу установлены лопасти, перемешивающие стружку. При интенсивном трении частиц друг о друга и о стенки барабана пленка связующего на стружке перераспределяется и выравнивается. В результате охлаждения барабана и части вала водой температура охлаждаемых рабочих поверхностей смесителя становится ниже точки росы. Образующаяся тонкая пленка конденсата препятствует прилипанию к ним осмоленной стружки. Осмоленные частицы удаляются из смесителя через разгрузочное окно, закрытое свободно качающейся заслонкой с противовесом, которая поддерживает постоянную степень заполнения барабана.

При общем принципиальном конструктивном решении быстроходных смесителей имеются различия в конструктивных решениях отдельных узлов, в основном лопастей и сопел.

В простейшем случае лопасти выполняются в виде плоских или серповидных пластин. Однако, вследствие того, что они имеют различное функциональное назначение, в каждой зоне применяются лопасти различных конструкций. Так, в смесителе фирмы «Ледиге» в зоне загрузки установлены серповидные лопасти, а в зоне перемешивания Ф-образные лопасти. В разных смесителях установлено разное количество лопастей и принят различный шаг.

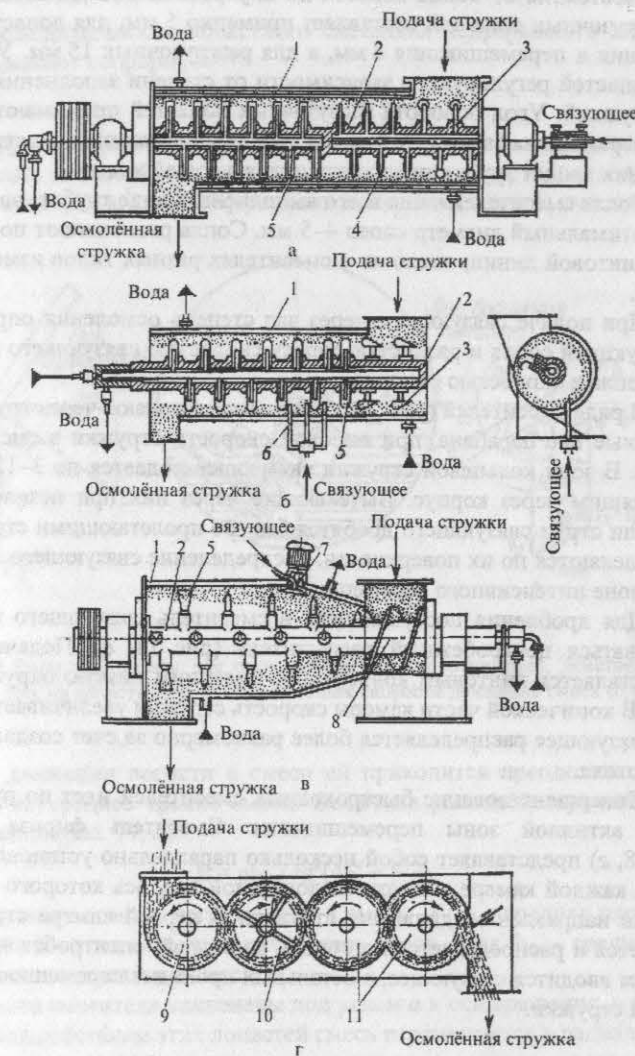


Рис. 78. Схемы смесителей с быстроходными валами: а – при подаче связующего через полый вал; б – при тангенциальном вводе связующего; в – при подаче связующего механическим распылителем; г – четырехкамерный смеситель; 1 – корпус; 2 – вал; 3 – подающие лопасти; 4 – сопла; 5 – перемешивающие лопасти; 6 – трубки подачи связующего; 7 – роторный распылитель; 8 – загрузочный шнек; 9 – камера разрыхления; 10 – камера нанесения; 11 – камера смешивания

Расстояние от конца лопасти до внутренней поверхности барабана для загрузочных лопастей составляет примерно 5 мм, для лопастей в зоне осмоления и перемешивания 8 мм, а для разгрузочных 15 мм. Угол поворота лопастей регулируют в зависимости от степени заполнения смесителем стружкой. Угол поворота загрузочных лопастей принимают от 10 до 45°, а перемешивающих – от 0 до 30°. Перемешивающие лопасти пустотелые, в них вводят трубки для подачи охлаждающей воды.

Сопла смесителей чаще всего выполнены в виде трубок, ввернутых в вал. Оптимальный диаметр сопел 4–5 мм. Сопла располагают по длине вала по винтовой линии, число их в смесителях разных типов изменяется от 2 до 40.

При подаче связующего через вал степень осмоления определяется конструкцией сопла и разностью между скоростью связующего при выходе из сопла и скоростью стружки.

В ряде смесителей (рис. 78, б) связующее подают через трубки, установленные вне барабана, при высокой скорости стружки в смесительной камере. В зону кольцевой стружки связующее подается по 3–12 трубкам, проходящим через корпус. Вытекающие через них при незначительном давлении струи связующего дробятся быстро пролетающими стружками и распределяются по их поверхности. Распределение связующего продолжается в зоне интенсивного перемешивания.

Для дробления поступающего в смеситель связующего может использоваться центробежный распылитель (рис. 78, в). Подача стружки осуществляется винтовым конвейером, имеющим низкую окружную скорость. В конической части камеры скорость стружки увеличивается. В этой зоне связующее распределяется более равномерно за счет создания вихревого потока.

Совершенствование быстроходных смесителей идет по пути увеличения активной зоны перемешивания. Смеситель фирмы «Ледиге» (рис. 78, з) представляет собой несколько параллельно установленных камер. В каждой камере установлен лопастной вал, ось которого перпендикулярна направлению движения стружки. В первой камере стружка разрыхляется и распределяется по стенке, во второй – центробежным распылителем вводится связующее, в остальных проходит перемешивание осмоленной стружки.

§ 4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

Производительность лопастного смесителя непрерывного действия (кг/ч) определяют по формуле

$$Q = 3600 (\pi D^2/4) s n \rho \phi, \quad (106)$$

где D – наружный диаметр транспортирующих лопастей, м; s – шаг транспортирующих лопастей, м; n – частота вращения вала, с⁻¹; ρ – средняя плотность смеси, кг/м³; ϕ – коэффициент заполнения камеры смешивания.

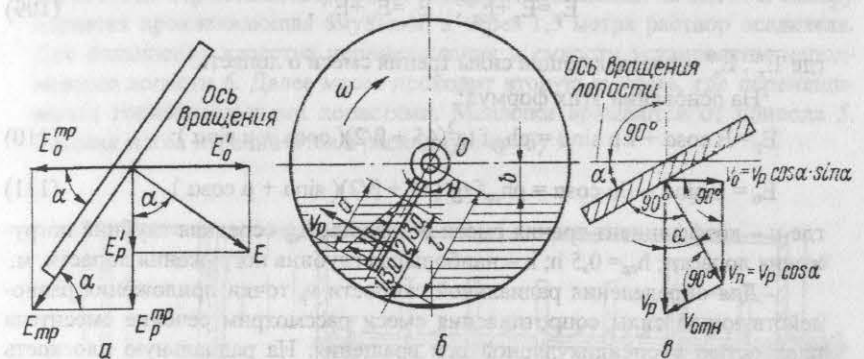


Рис. 79. Расчетные схемы для определения сил сопротивления, действующих на лопасть (а) и для определения скорости движения смеси (б, в)

При движении лопасти в смеси ей приходится преодолевать силу тяжести и внутреннее трение смеси. Величина равнодействующей силы сопротивления (рис. 79, а):

$$E = \rho h_{cp} f \operatorname{tg}^2(45^\circ + \beta/2), \quad (107)$$

где f – площадь лопасти, погруженной в смесь, м²; ρ – средняя плотность смеси, кг/м³; β – угол естественного откоса смеси, град; h_{cp} – средняя глубина погружения лопасти в смесь, м.

Лопастей смесителя наклонены под углом α к оси вращения, в результате чего под действием этих лопастей смесь перемещается в радиальном и осевом направлениях. Мощность, затрачиваемая на вращение лопастей

$$N = \sum_1^z E_p v_p + \sum_1^z E_0 v_0, \quad (108)$$

где E_p – радиальная составляющая равнодействующей силы сопротивления смеси, действующей на лопасть, погруженную в смесь; E_0 – осевая составляющая равнодействующей силы сопротивления смеси, действующей на

лопасть, погруженную в смесь; v_p – радиальная скорость точки приложения равнодействующей силы сопротивления смеси, действующей на лопасть, погруженную в смесь, м/с; v_o – осевая скорость той же точки, м/с; z – число лопастей, одновременно погруженных в смесь.

При движении лопасти в сыпучей смеси ей приходится преодолевать сопротивление, вызываемое как силой тяжести и внутренним трением смеси, так и трением смеси о лопасть. Радиальную и осевую составляющие этих сил сопротивления E_p и E_o определяют по формулам:

$$\bar{E}_p = \bar{E}'_p + \bar{E}_t^{тр}; \quad \bar{E}_o = \bar{E}'_o + \bar{E}_o^{тр}, \quad (109)$$

где $\bar{E}_t^{тр}$, $\bar{E}_o^{тр}$ – составляющие силы трения смеси о лопасть.

На основании этих формул:

$$E_p = E \cos \alpha + E \mu \sin \alpha = \rho h_{cp} f \operatorname{tg}^2(45 + \beta/2)(\cos \alpha + \mu \sin \alpha); \quad (110)$$

$$E_o = E \sin \alpha - E \mu \cos \alpha = \rho h_{cp} f \operatorname{tg}^2(45 + \beta/2)(\sin \alpha + \mu \cos \alpha), \quad (111)$$

где μ – коэффициент трения смеси о лопасть; h_{cp} – средняя глубина погружения лопасти; $h_{cp} = 0,5 h$; h – наибольшая глубина погружения лопасти, м.

Для определения радиальной скорости v_p точки приложения равнодействующей силы сопротивления смеси рассмотрим сечение смесителя плоскостью перпендикулярной оси вращения. На радиальную плоскость (рис. 79, б) действуют элементарные силы сопротивления, величина которых возрастает по прямолинейному закону в зависимости от погружения в смесь участков лопасти. Точка приложения равнодействующей этих сил находится на расстоянии $1/3 a$ от конца лопасти, где a – длина погруженной в смесь части лопасти. Величина a переменна и зависит от степени погружения лопасти в смесь, т. е. от угла поворота лопасти Θ :

Радиальная скорость v_p совпадает по направлению с силой E_p . Величина скорости v_p определится как ωr , где радиус r есть расстояние от оси вращения до центра тяжести лопасти. Величина r переменная и зависит от величины a , т. е. $r = f(a)$. Из рис. 79, б видно, что

$$v_p = (l - a/3)\omega = [l - 1/3(l - b/\cos \Theta)]\omega, \quad (112)$$

где l – длина лопасти, м; Θ – угол поворота лопасти, град; b – расстояние от оси вращения до уровня смеси, м; ω – угловая скорость вращения лопасти, рад/с.

Для определения угловой скорости v_o точки приложения равнодействующей силы сопротивления смеси рассмотрим скорости точки лопасти (рис. 79, в), разложим скорость смеси v_p на переносную v_n и относительную $v_{отн}$. Зная скорость v_n , можно определить осевую скорость v_o по формуле

$$v_o = v_n \sin \alpha = v_p \cos \alpha \sin \alpha \quad (113)$$

§ 5. СМЕШИВАНИЕ В ПРОИЗВОДСТВЕ ДВП МОКРЫМ СПОСОБОМ

В производстве ДВП мокрым способом используют гидрофобные и упрочняющие добавки. Равномерное распределение и осаждение на волокне добавок называется проклейкой древесноволокнистой массы. Эта операция проводится в ящике непрерывной проклейки (рис. 80). Масса входит через трубу 7, избыток ее переливается через перегородку 1 и поступает в патрубок 8 обратного перелива. Через перегородку масса поступает в емкость 2, где перемешивается лопастями 4, насаженными на вал 3. В камеру подается проклеивающая эмульсия, а через 1,5 метра раствор осадителя. Для повышения качества перемешивания в емкости установлены неподвижные лопасти 6. Далее масса проходит вторую емкость, где перемешивается горизонтальными лопастями. Мешалки вращаются от привода 5. Готовая масса переливается в расходную трубу 9.

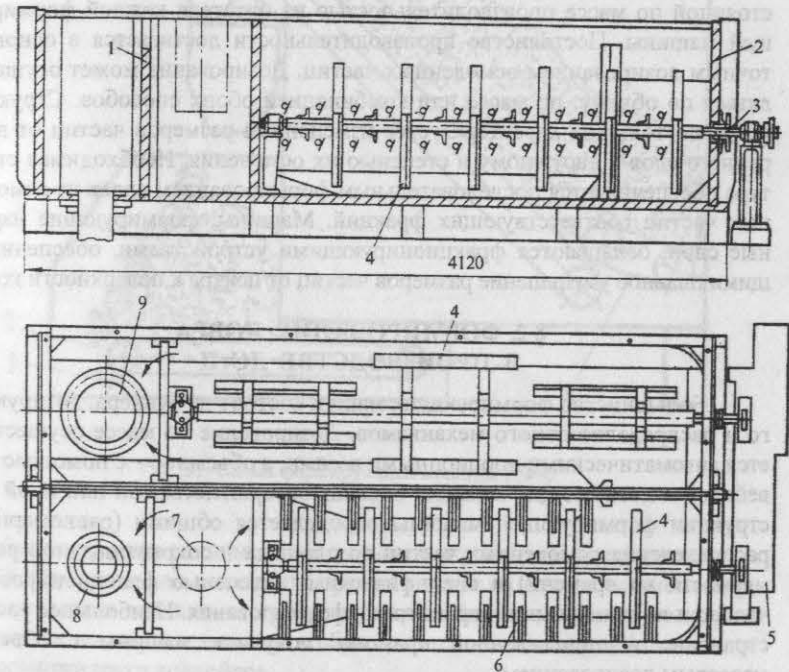


Рис. 80. Двухходовой ящик непрерывного проклеивания

ГЛАВА 5 ФОРМИРУЮЩИЕ И ОТЛИВНЫЕ МАШИНЫ

§ 1. ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОВРА

Формирование — одна из важнейших технологических операций производства плит. Основная задача формирования — равномерное распределение древесных частиц по площади и высоте ковра или брикета. Это необходимо для получения плит равномерной толщины и прочности. Прочность плит и качество их поверхности, разнотолщинность и коробление, равноплотность и стабильность размеров зависят от качества формирования.

Операция формирования выполняется одной или несколькими формирующими машинами (формирующей станцией), на расположенной под ними транспортной системе, при постоянной заданной скорости ее движения. Это предусматривает непрерывность выдачи осмоленных частиц с постоянной по массе производительностью из питателя каждой формирующей машины. Постоянство производительности достигается в основном точным дозированием осмоленных частиц. Дозирование может осуществляться по объему, по массе или комбинацией обоих способов. Структура ковра по толщине характеризуется изменением размеров частиц от внутреннего слоя к наружному и степени их осмоления. Необходимая структура обеспечивается последовательным формированием слоев из осмоленных частиц соответствующих фракций. Машины, формирующие наружные слои, оснащаются фракционирующими устройствами, обеспечивающими плавное уменьшение размеров частиц от центра к поверхности ковра.

§ 2. ФОРМИРОВАНИЕ КОВРА В ПРОИЗВОДСТВЕ ДСтП

Большинство формирующих машин состоит из бункера, дозирующего и распределительного механизмов. Дозирование по массе осуществляется автоматическими порционными весами, а объемное — с помощью конвейеров и дозирующих валцов. Степень совершенства той или иной конструкции формирующей машины определяется общими (равномерность распределения осмоленных частиц по площади и сохранение этой равномерности во времени) и специфическими (степень фракционирования частиц и их ориентации) параметрами формирования. Наибольшее распространение в отечественной практике получили машины с объемно-массовым дозированием.

Формирующая машина ДФ-6 (рис. 81) состоит из дозатора и питателя. Дозатор представляет собой бункер, дном которого является пластинчатый конвейер 8, а наклонной стенкой — конвейер 5. Осмоленная стружка, попадая на конвейер 5, движется в дозирующую по объему щель, образуе-

мую щеточным валцом 6 и верхней ветвью конвейера. Дозированный слой поступает на весы 4, створки которых при достижении заданной массы раскрываются и стружка сбрасывается в питатель 2. При работе весы выдают сигнал на включение или выключение конвейера 5. Скорость донного конвейера 2 питателя подбирается так, чтобы на нем образовывался непрерывный слой стружки. Зубчатые валцы 3 захватывают стружку и сбрасывают ее вниз на ленту (или поддоны) формирующего конвейера. Щеточный валец 1 очищает ленту донного конвейера от налипших стружек.

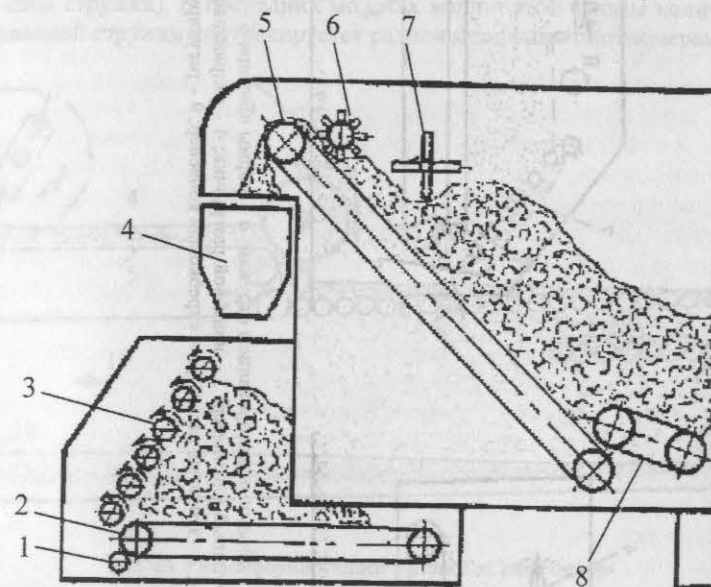


Рис. 81. Схема формирующей машины ДФ-6

Формирующие машины с объемным дозированием представлены на рис. 82. Поступающая в машину стружка падает на ленточный конвейер, отбрасывается в заднюю часть бункера конвейерами или валцами, разравнивается по ширине машины и сбрасывается вниз на ленту (или поддоны) формирующего конвейера.

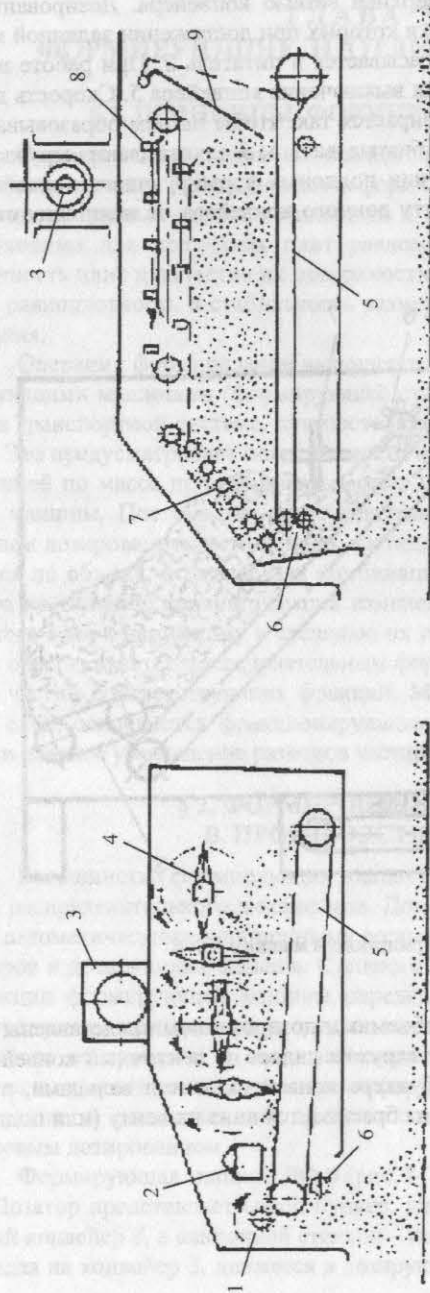


Рис. 82. Схема формирующих машин с объемным дозированием стружки: а – фирмы «Бизон»; б – фирмы «Шенк»; 1 – ссылающий валец; 2 – радиоизотопный плотномер; 3 – винтовой разгрузчик; 4 – выравнивающий валец; 5 – донный ленточный конвейер; 6 – щетки; 7 – зубчатые валы; 8 – скребковый конвейер; 9 – регулирующий клапан

Для более точного формирования ковра машинами с объемным дозированием проводится контроль по массе. Для этого в линиях фирмы «Шенк» в формирующий конвейер встроено массовое устройство, взвешивающее насыпаемый машиной слой и при необходимости корректирующее работу машины. На формирующих машинах «Бизон» на ленточном конвейере образуется слой стружки, ширина которого больше требуемого. Избыток стружки отделяется диском, установленным на сбрасывающем вальце, и через тещу попадает на контролирующие весы. Если масса порции выходит за допустимые пределы, подается сигнал на регулирование машины (скорости ленточного конвейера или толщины образуемого на нем слоя стружки). В последних моделях машин этой фирмы количество выдаваемой стружки контролируется радиоизотопными плотномерами.

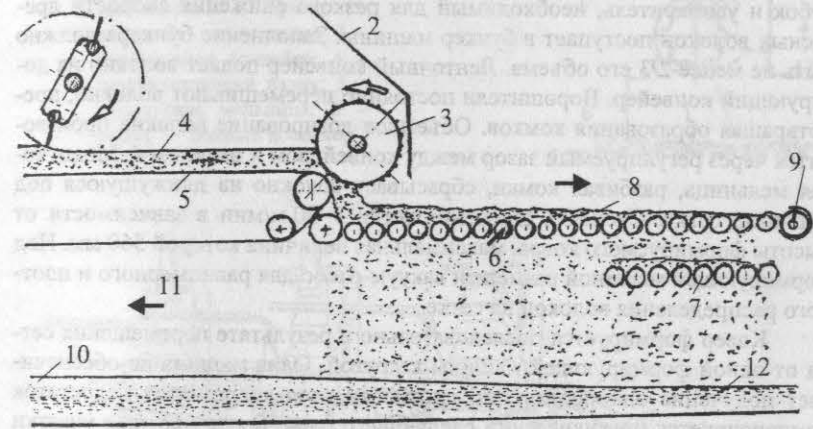


Рис. 83. Схема формирующей машины «ClassiFormer»

Формирование ковра очень важный участок производства влияющий на качество штатных материалов. Требуется дальнейшее совершенствование способов формирования и создание нового оборудования. На рис. 83 показано устройство новой формирующей машины «Classiformer Combi» (Швеция), которая формирует ковер на линиях средней мощности. Эта машина формирует многослойный ковер 10, причем его верхнюю половину 12, а нижнюю половину формирует зеркально расположенная вторая такая же машина. В бункере 2 проклеенной стружки происходит объемное дозирование частиц воршишителем 1 и разбрасывающим валиком 3. Движет древесные частицы 4 к валику донный конвейер 5 бункера. Древесные частицы 8 распределяются валиком 3 на верхнюю систему рифленых роликов 6. Продвигаясь по роликам частицы классифицируются (фракционируются или сортируются) по размерам. Мелкие частицы проваливаются в

левой части машины, а более крупные в правой части. Винтовой конвейер 9 удаляет посторонние тяжелые предметы (металл, камень и т. п.). На нижние ролики 7 поступают крупные частицы и здесь также классифицируются по размерам. Под машиной создается слабый отсос воздуха 11, поэтому на ленту конвейера осаждаются сначала очень мелкие частицы, а затем по возрастающей более крупные.

§ 3. ФОРМИРОВАНИЕ КОВРА В ПРОИЗВОДСТВЕ ДВП СУХИМ СПОСОБОМ

На предприятиях по производству плит сухим способом применяют в основном вакуум-формирующие машины (рис. 84). Волокно через патрубков и успокоитель, необходимый для резкого снижения скорости древесных волокон поступает в бункер машины. Заполнение бункера должно быть не менее 2/3 его объема. Ленточный конвейер подает волокно на дозирующий конвейер. Ворошители постоянно перемешивают волокно, предотвращая образования комков. Объемное дозирование волокна производится через регулируемый зазор между конвейером и валиком 4. Молотковая мельница, разбивая комки, сбрасывает волокно на движущуюся под машиной сетку. Скорость движения сетки 9–50 м/мин в зависимости от высоты формируемого ковра, максимальная величина которой 560 мм. Под формирующей машиной размещен вакуум-отсос для равномерного и плотного распределения волокон на сетке.

Ковер формируется последовательно в результате перемещения сетки от одной формирующей машины к другой. Одна машина не обеспечивает получение однородного по плотности слоя ковра. Этот недостаток компенсируется при нанесении следующего слоя. Более плотные участки ковра при вакуумировании пропускают меньшее количество воздуха, поэтому на эти участки оседает меньшее количество волокон. С увеличением количества машин в формирующей станции лучше выравнивается плотность ковра.

Плотность ковра ($18-25 \text{ кг/м}^3$) зависит от ряда факторов: плотности древесины, степени размола волокна, величины вакуума под сеткой. Рекомендуются следующие разряжения, создаваемое под сеткой, Па: под 1-й формирующей машиной 490, под 2-й и 3-й – 1 960, под 4-й – 2 940, под 5 – 4 700. После каждой формирующей машины устанавливаются выравнивающие валики. Машины формирующие наружные слои ковра могут оснащаться устройствами для пневматического фракционирования волокна.

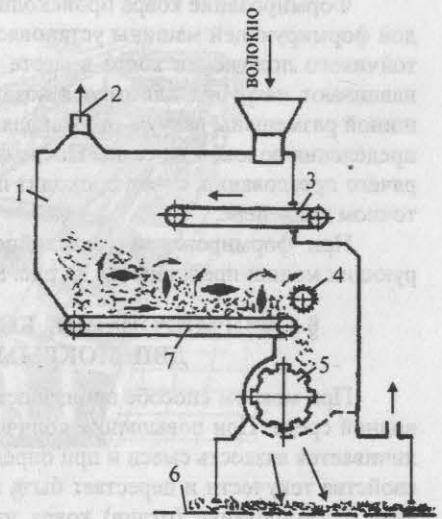


Рис. 84. Схема вакуум-формирующей машины: 1 – бункер дозатор; 2 – отсос пыли; 3 – качающийся конвейер; 4 – выравнивающий валик; 5 – молотковая мельница; 6 – сетка; 7 – донный конвейер

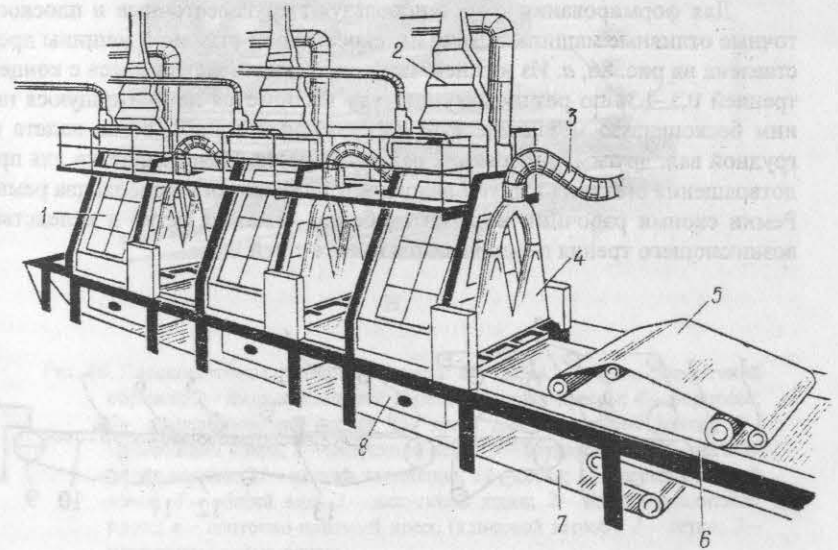


Рис. 85. Общий вид формирующей машины для настилки волокна: 1 – формирующая машина; 2 – подвод волокна; 3 – вывод волокна; 4 – кожух выравнивающих валиков; 5 – пресс для подпрессовки; 6 – ковер; 7 – сетчатый конвейер; 8 – вакуум-отсос

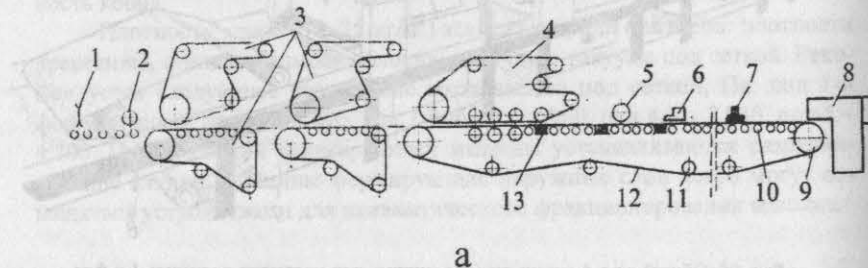
Формирование ковра происходит на сетчатом конвейере. После каждой формирующей машины установлены разравнивающие валики. Для устойчивого положения ковра в месте его разравнивания под сеткой устанавливают патрубки для отсоса воздуха. Под каждой формирующей машиной размещены вакуум-отсосы для более равномерного и плотного распределения волокон на сетке. После формирования, перед прессом для горячего прессования, ковер проходит предварительное прессование на ленточном конвейере.

При формировании трехслойного ковра схема установки формирующих машин представлена на рис. 85.

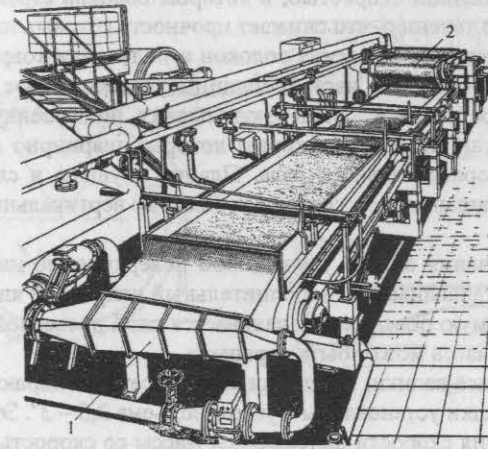
§ 4. ФОРМИРОВАНИЕ КОВРА В ПРОИЗВОДСТВЕ ДВП МОКРЫМ СПОСОБОМ

При мокром способе производства плит формирование ковра ведут в водной среде. При повышении количества волокон в единице объема увеличивается вязкость смеси и при определенном их количестве масса теряет свойства текучести и перестает быть жидкостью. На этом принципе основано формирование (отлив) ковра из волокнистой массы. Волокнистую массу обезвоживают на отливных машинах свободной фильтрацией воды через сетку, отсосом ее с помощью вакуума и отжимом (прессованием).

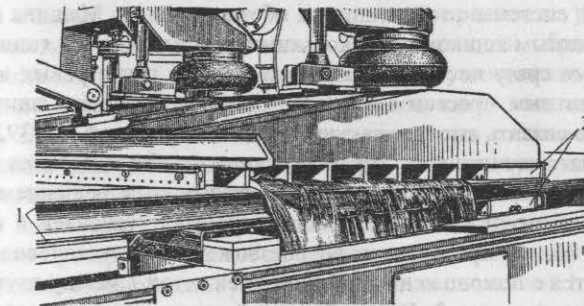
Для формирования ковров используют круглосеточные и плоскосеточные отливные машины. Схема плоскосеточной отливной машины представлена на рис. 86, а. Из нижней части напускного ящика масса с концентрацией 0,5–1% по резиновому фартуку выливается на движущуюся под ним бесконечную металлическую сетку. Одним концом сетка надета на грудной вал, другим – на нижний вал гауч-пресса. По краям сетки для предотвращения стекания жидкой волокнистой массы установлены два ремня. Ремни своими рабочими ветвями свободно лежат на сетке и вследствие возникающего трения перемещаются вместе с ней.



а



б



в

Рис. 86. Плоскосеточная отливная машина: а – схема: 1 – пила поперечной обрезки; 2 – пила продольной обрезки; 3 – гауч-пресс; 4 – форпресс; 5 – разравнивающий валец; 6 – ящик для отделочной массы; 7 – трамбовщик ковра; 8 – напускной ящик; 9 – грудной вал; 10 – регистровые валики; 11 – валики натяжения; 12 – сетка; 13 – отсасывающий валик; б – общий вид: 1 – напускной ящик; 2 – ленточно-плитный пресс; в – ленточно-плитный пресс (клиновое затвор): 1 – сетки; 2 – перфорированные плиты

Иногда вместо ремней на машине устанавливают металлические ленты. В самом начале сетки масса наливается между декельными ремнями толстым слоем. При малой концентрации в этом месте устанавливается

поток с определенной скоростью, в котором волокна стремятся расположиться вдоль по течению, что снижает прочность готовых плит.

Для лучшего переплетения волокон и получения ковра с ровной поверхностью над сеточной частью машины устанавливают вертикальный вибратор. Он представляет собой узкую планку, подвешенную на двух металлических штангах, верхние концы которых шарнирно закреплены на эксцентриках горизонтального вала. Планка опущена в слой массы над сеткой и при вращении вала совершает быстрые вертикальные колебательные движения.

Для получения плит с улучшенной поверхностью на отливной машине может устанавливаться дополнительный напускной ящик, из которого на формируемую поверхность наливается слой древесной массы тонкого помола. Эта масса может быть окрашена.

Регистровые валики, поддерживающие сетку, опираются на регистровые балки. Балки установлены с углом подъема $2,5 - 3^\circ$. Это необходимо для выравнивания скорости вытекающей массы со скоростью сетки и предотвращения образования наплывов.

Новым конструктивным решением отличается шведская машина марки КМВ, которая имеет производительность до 175 т/сут. за счет улучшенной системы отсасывания и обезвоживания. Машина снабжена новым напускным ящиком 1, несколькими отсасывающими ящиками, расположенными сразу после напуска массы вместо регистровых валиков, и ленточно-плитным прессом 2 (рис. 86, б). Отсасывающие ящики имеют возможность создать высокое вакуумирование величиной $9,8 - 39,2 \text{ кН/м}^2$, в результате чего значительно возрастает скорость обезвоживания древесноволокнистого ковра. Оригинальным конструктивным решением является применение ленточно-плитного пресса, который установлен в конце машины (рис. 86, в). Предварительно обезвоженный древесноволокнистый ковер подается с помощью нижней и верхней сеток 1 между двумя перфорированными плитами 2. Верхней плитой можно регулировать просвет между сетками и угол обжима ковра. Преимущество такой установки состоит в постепенном возрастании давления на ковер, что благоприятно сказывается на структуре формируемых плит. Все сетки имеют самостоятельные приводы от электродвигателей постоянного тока, обеспечивающих бесступенчатое регулирование. Управление двигателями автоматизировано.

При движении сетка за счет трения вращает регистровые валики, которые подхватывают и отбрасывают стекающую через сетку воду, облегчая процесс обезвоживания ковра. Вблизи места касания сетки и валика имеются две зоны — набегающая и сбегающая (рис. 86, а). Сетка на себе подносит к валику слой волокна и воды h_1 и слой воды под сеткой h_2 , которая профильтровалась через волокна и сетку.

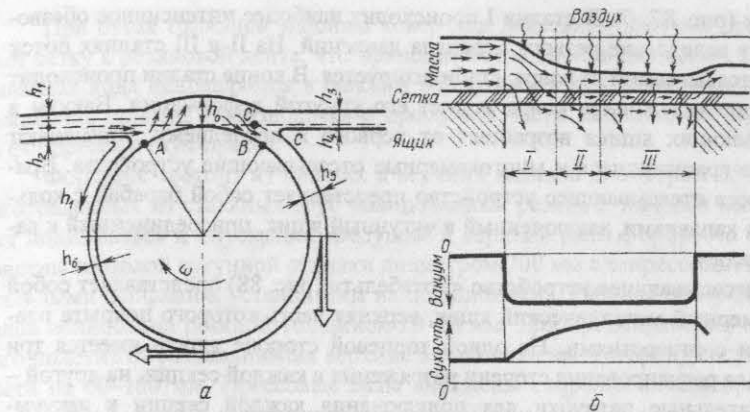


Рис. 87. Схема потоков в зоне регистрового валика (а) и стадии процесса обезвоживания на сосуне (б)

При слиянии слоя h_2 со слоем h_6 , который переносится регистровым валиком вследствие прилипания воды к его поверхности, образуется набегающий водяной клин, в котором в результате уменьшения расстояния между сеткой и валиком вода нагнетается сквозь сетку в надсеточное пространство. Над валиком уровень массы повышается до уровня h_0 . В сбегающем клине вследствие увеличения расстояния между регистровым валиком и сеткой в жидкости возникают растягивающие напряжения, и пространство заполняется фильтрующей водой. Поэтому уровень массы в надсеточном пространстве после прохождения валика падает на величину h_3 . Сбегающий водяной клин разделяется на два слоя: слой h_4 , уносимый под сеткой, и слой h_5 , отходящий от сетки. Вследствие сброса некоторой части воды с поверхности валика слой h_5 уменьшается до величины h_6 .

Слой h_2 образуется в результате фильтрации воды на участках между регистровыми валиками. Расстояния между регистровыми валиками увеличивается по ходу движения сетки. Подшипники регистровых валиков установлены в специальных опорах, которые позволяют перемещать их по высоте и вдоль регистровых балок для правильного касания сетки. Для сбора подсеточной воды под регистровым столом установлены сливные ящики, откуда она направляется в бассейн оборотных вод.

После прохождения регистровой части концентрация массы повышается до 7–9% и вода перестает уходить через сетку путем свободной фильтрации. Для принудительного удаления воды из массы за регистровым столом установлены отсасывающие ящики, соединенные с вакуумной установкой. При постоянном вакууме в ящике масса обезвоживается по

стадиям (рис. 87, б). В стадии I происходит наиболее интенсивное обезвоживание вследствие резкого перепада давлений. На II и III стадиях поток воды, отсасываемой из ковра, стабилизируется. В конце стадии происходит некоторое увлажнение ковра за счет его упругой деформации. Вакуум в отсасывающих ящиках возрастает от первого к последнему. Применяют круглые вращающиеся и многокамерные отсасывающие устройства. Вращающееся отсасывающее устройство представляет собой барабан с кольцевыми канавками, заключенный в чугунный ящик, присоединенный к вакуум-насосу.

Отсасывающее устройство «Ротабельт» (рис. 88) представляет собой трехкамерный металлический ящик, верхняя часть которого покрыта пластинами с отверстиями. На одной торцевой стороне ящика имеется три крана для регулирования степени разряжения в каждой секции, на другой — соединительные патрубки для подключения каждой секции к вакуум-насосу.

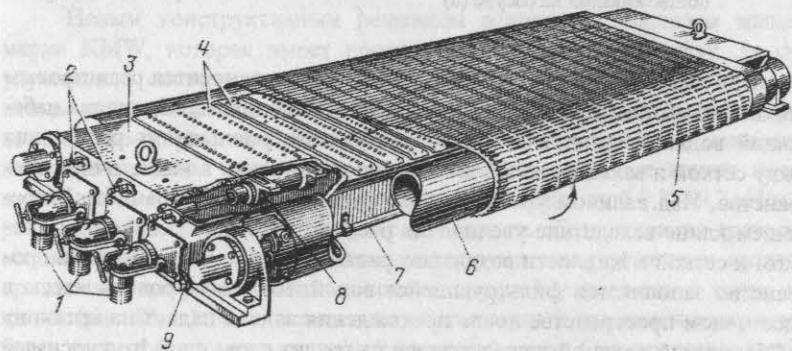


Рис. 88. Отсасывающее устройство «Ротабельт»: 1 — соединительные патрубки; 2 — регулировочные болты; 3 — ящик; 4 — металлические пластины; 5 — резиновая лента; 6 — направляющий ролик; 7 — труба для sprыска воды; 8 — опора; 9 — гайка

Для легкого перемещения сетки по поверхности ящика и предохранения ее от износа предусмотрена резиновая перфорированная лента. Лента передвигается вместе с сеткой по переднему и заднему направляющим роликам и имеет отверстия удлиненной формы в направлении перпендикулярном движению сетки. Поскольку необходимо совпадение в сосунном ящике и резиновой ленте, удлиненная форма отверстий позволяет при наладке перемещать ленту к одному или другому краю. Необходимое положение ленты устанавливают регулировочным устройством, регулировочные болты которого выведены на торцы ящика.

При пуске отливной машины ковер под действием вакуума прижимает сетку к резиновой ленте, что приводит последнюю в движение. Отсасываемая вода направляется в бассейн оборотных вод. Дальнейшее обезвоживание полотна производится в прессовой части машины, состоящей из форпресса и гауч-пресса.

Форпресс состоит из нижних и верхних валиков диаметром 250 мм, изготовленных из стальных труб облицованных резиной. Каждый вал может подниматься и опускаться. Ведущий и верхний валы форпресса изготовлены из полой чугунной отливки диаметром 700 мм с запрессованными стальными цапфами и установлены на подшипниках. Рабочая поверхность валов облицована резиной толщиной 20–22 мм. Для предохранения отлитого полотна от раздавливания верхние валы смещены в сторону сосунной части на 60–100 мм. Прессовые валы снабжены гидравлическим прижимом. Верхние валы и валики гауч-пресса снабжены сеткой, двигающейся с той же скоростью и в том же направлении, что и сетка с ковром. При выходе из прессов ковер попадает на роликовый конвейер. По обеим сторонам конвейера установлены круглые дисковые ножи, обрезающие кромки ковра. Ножи вместе с электродвигателями могут перемещаться в поперечном направлении и по высоте. Нож поперечной резки режет ковер на брикеты требуемой длины. Для удаления обрезанных кромок на конвейере установлен ролик, а для удаления бракованных плит с роликового конвейера после поперечной резки установлен на шарнирах откидной клапан, который может быть поднят для пропуска бракованных брикетов под роликовый стол в бассейн с мешалкой. Мешалка разбивает кромки и бракованные брикеты в волокнистую массу, возвращаемую насосом в массный бассейн для повторного использования.

Раздел V ПРЕССЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЛИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Глава 1 ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ПРЕССАХ

§ 1. ФАКТОРЫ ПРЕССОВАНИЯ

При прессовании плитных материалов следует учитывать ряд факторов, а именно: тип связующего и отвердителя, характер отверждения связующего, температуру плит пресса, породу древесины и геометрию частиц, влажность пакета, распределение и передачу тепла, продолжительность смыкания плит пресса, удельное давление прессования, его распределение по толщине плиты, давление парогазовой смеси в пакете во время прессования. Все эти факторы взаимосвязаны, что затрудняет выдачу готовых точных рекомендаций. Рассмотрим некоторые из этих факторов с целью выявления их прямого или косвенного влияния на конструкцию пресса и его отдельных узлов.

Температура прессования. Высокие температуры плит пресса ускоряют отверждение связующих. Для отверждения карбамидных связующих температуру доводят до 170–180 °С. Новые виды прессов конструируют так, что они могут работать при гораздо более высоких температурах, особенно если это одноэтажные прессы, где очень важна продолжительность прессования. Необходимость увеличения температуры плит пресса приводит к изменению их конструкции, к созданию специальных систем теплоснабжения и вносит некоторые изменения в конструкцию самого пресса.

Порода древесины и геометрические размеры частиц. Важными факторами, влияющими на уплотнение частиц и создание между ними контакта, являются порода древесины и размеры частиц. Некоторые породы древесины легко поддаются уплотнению и требуют более низкого давления для уплотнения, чем породы, трудно поддающиеся уплотнению, такие, как дуб или бук. Геометрия частиц также влияет на выбор давления, потому что более крупные частицы требуют большего давления в процессе уплотнения, чем более мелкие. С другой стороны, между мелкими частицами древесины высокой плотности, используемыми для наружных слоев, можно обнаружить пустоты, так как они не поддаются уплотнению.

Влажность пакета и ее распределение. Наиболее важными факторами, обуславливающими свойства той или иной плиты (с учетом соответствующего количества связующего, продолжительности прессования, тем-

пературы прессования и т. п.), являются влагосодержание стружечно-клеевой смеси, распределение влажности и продолжительность смыкания плит пресса.

При высоком уровне содержания влаги может потребоваться дополнительное время прессования. При низком влагосодержании трудности могут возникнуть в смыкании плит пресса, так что не удастся получить требуемую толщину плиты. Очень важный фактор при смыкании плит пресса – влага в пакете, которая во время горячего прессования превращается в пар. Пар пластифицирует частицы древесины и позволяет уплотнить пакет в прессе при относительно низком давлении.

Плиты прессуют при влажности стружечно-клеевой смеси 7–16 %. Одноэтажные прессы требуют очень короткого времени прессования, и для них влажность пакета нужна на уровне приблизительно 7 %. Но для уплотнения пакетов в этом случае требуется более высокое давление плит пресса.

Один из самых важных факторов в определении свойств плит – время смыкания плит пресса. Это время тесно связано с содержанием влаги, а также с рядом других факторов. Время полного смыкания определяют как время, необходимое для уплотнения пакета до конечной толщины плиты, как только плиты пресса вступают в контакт с поверхностью пакета.

§ 2. СХЕМЫ ПРЕССОВАНИЯ В ПРЕССАХ РАЗЛИЧНОГО ТИПА

Изделия и материалы из измельченной древесины прессуют на прессах различных типов и назначения. Прессование – один из главнейших процессов производства плитных и композиционных материалов. Оно основано на свойстве измельченной древесины уплотняться под действием внешней нагрузки и при определенных технологических режимах обеспечивать получение из древесных частиц изделий и материалов заданной формы и размеров.

Древесностружечные плиты по способу прессования подразделяют на плиты плоского и экструзионного прессования. Древесностружечная плита, у которой древесные частицы своей длиной (размер в направлении волокон) расположены преимущественно параллельно ее пласти, т. е. наибольшей плоскости плиты (рис. 89, а), называют плитой плоского прессования. В плите экструзионного прессования частицы своей длиной расположены преимущественно параллельно поперечной кромке и перпендикулярно пласти (рис. 89, б). Рассмотрим схемы прессования композиционных изделий и древесных плит (рис. 90), причем по первой и второй схемам возможно прессование изделий и плит плоского прессования, а по третьей – изделий и плит экструзионного прессования.

1-я схема – одностороннее прессование (рис. 90, а). После того как засыпан слой высотой H , на пуансон начинает действовать сила P в направле-

нии продольной оси матрицы, и торец пуансона перемещается на расстояние $H_1 - H_2$ (высоту образовавшегося брикета). По мере перемещения пуансона материал уплотняется за счет выжимаемого из него воздуха, частичного разрушения частиц, их остаточной и упругой деформации. Сила P при этом меняется от $P_1 = 0$ до $P_2 = Fq_2$, где q_2 – давление в конце, МПа; F – площадь поперечного сечения матрицы, м^2 . С перемещением пуансона в указанных пределах давление изменяется от 0 до q_2 по кривой AB .

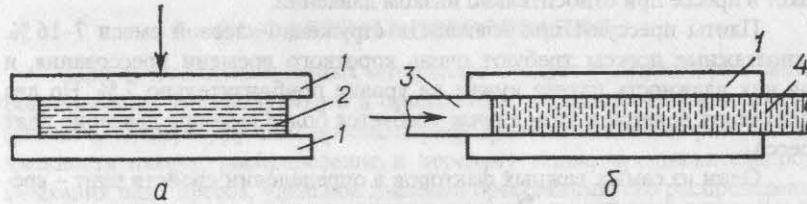


Рис. 89. Древесностружечные плиты: а – плоского прессования; б – экструзионного прессования; 1 – обогреваемые плиты; 2 – плита со стружками, ориентированными параллельно пласти; 3 – пуансон; 4 – плита со стружками, ориентированными перпендикулярно пласти

По оси y откладываются меняющиеся высоты слоя прессуемого материала H , а по оси x – соответствующие значения q . В начале прессования материал уплотняется вследствие выжимания воздуха, сопровождающегося относительным перемещением частиц и трением между ними при небольшом усилии. Кривая AB проходит вблизи оси OH . После того как начинается деформация частиц, удельное давление быстро растет и при небольшом дальнейшем перемещении пуансона достигает значения q_2 .

Давление в брикете на разной высоте от упора меняется, как показано на кривой BC , в пределах от q_2 в сечении на высоте H_2 до q_0 в сечении, совпадающем с упором. Давление уменьшается вследствие трения материала о стенки матрицы, которые препятствуют его расширению в сторону. Силы трения возникают под действием бокового распора, и давление на стенки матрицы, создаваемое ими, равно Kq и перпендикулярно направлению силы P (K – коэффициент бокового распора, у абсолютно твердых тел $K = 0$, у жидких $K = 1$). При отсутствии сил трения изменения q от 0 до q_2 протекало бы по пунктирной прямой, а кривая BC превратилась бы в прямую.

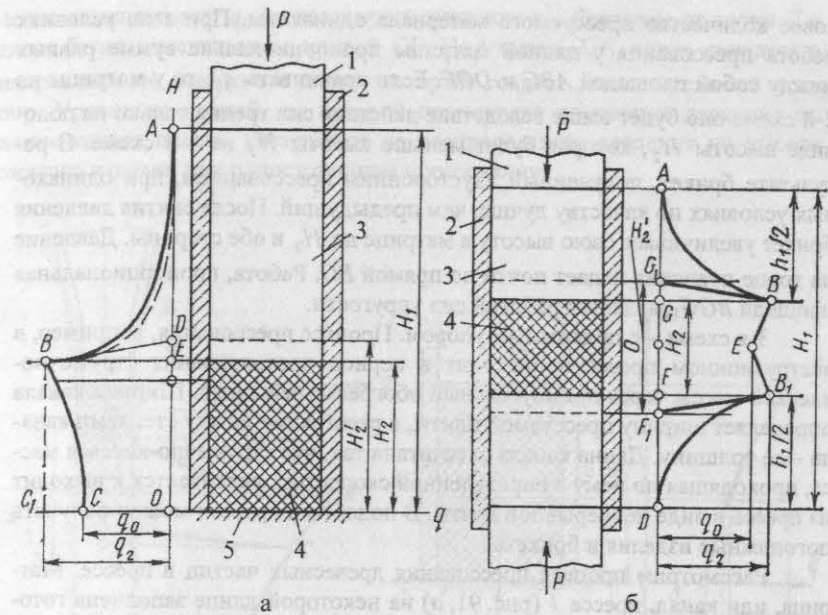


Рис. 90. Схема одностороннего (а) и двустороннего (б) прессования: 1 – пуансон; 2 – матрица; 3 – масса; 4 – брикет; 5 – опора

После окончания прессования, т. е. после достижения заданного предела давления, давление с брикета снимается. Вследствие упругих свойств брикета его высота от H_2 увеличивается до H'_2 . Во время снятия давления с брикета давление на пуансоне падает от q_2 до 0 по линии BD , близкой к прямой. Площадь, ограниченная кривой AB , ее координатами в точках A и B и осью OA , пропорциональна работе, затраченной на прессование материала с перемещением пуансона на расстояние от H_1 до H_2 . Площадь треугольника BDE пропорциональна работе упругих сил.

2-я схема – двустороннее прессование (рис. 90, б). В конце прессования, когда силы P увеличатся до заданного значения B_1 , первоначальная высота слоя материала H_1 уменьшится до H_2 . Каждый пуансон при этом переместится на расстояние $h_1/2 = (H_1 - H_2)/2$. Силы трения, действующие на матрицу, теоретически равные и направленные навстречу друг другу, удерживают ее в неподвижном состоянии.

Для сравнения матриц по 1-й и 2-й схемам прессования предположим, что F и q в обоих случаях равны. Материал матриц и состояние их внутренних поверхностей, а также продолжительность прессования и ве-

совое количество прессуемого материала одинаковы. При этих условиях работа прессования у данной матрицы пропорциональна сумме равных между собой площадей ABG и DOF . Если сравнивать q_0 , то у матрицы на 2-й схеме оно будет выше вследствие действия сил трения только на половине высоты H_2 , которая будет меньше высоты H_2 на 1-й схеме. В результате брикет, полученный двусторонним прессованием, при одинаковых условиях по качеству лучше, чем предыдущий. После снятия давления брикет увеличивает свою высоту в матрице до H_2 в обе стороны. Давление на торце пуансона падает почти по прямой BG . Работа, пропорциональная площади BGG_1 , является работой сил упругости.

3-я схема — с подвижным упором. Процесс прессования, например, в экструзионном прессе происходит в период проталкивания стружечно-клеевой массы через прямоугольный обогреваемый канал. Ширина канала определяет ширину прессуемой плиты, а расстояние между стенками канала — ее толщину. Длина канала рассчитана так, что стружечно-клеевая масса, проходящая по нему с определенной скоростью, склеивается и выходит из пресса в виде непрерывной ленты. В подобных прессах можно получать погонажные изделия и брикеты.

Рассмотрим процесс прессования древесных частиц в прессе. Матрица, или канал, пресса 1 (рис. 91, а) на некоторой длине заполнена готовой стружечной плитой 2, образованной в предыдущих циклах прессования. С другой стороны в канал входит пуансон 3. Стружечная масса прессуется между торцом пуансона и ранее сформированной плитой в брикет 4.

В процессе прессования на подвижный упор, которым служит ранее спрессованная часть изделия, передается усилие, развиваемое пуансоном. Под действием этого усилия находящаяся в канале масса сжимается. Одновременно с прессованием материал перемещается. При перемещении пуансона на величину AB_1 давление возрастает от нуля в точке A до максимального значения q_B в точке B . При этом оно вначале растет медленно по отлогой кривой, а затем, когда начинается деформация древесных частиц и возникает трение их о стенки канала, — быстро и почти по прямой.

Дальнейшее движение пуансона вызывает проталкивание вновь образованного слоя H_2 и участка сформированной плиты C_1D_1 вдоль канала пресса. В этот момент времени усилие на пуансоне больше, чем общее сопротивление, вызванное силами трения вновь образованного слоя и ранее сформированной плиты о стенки канала, а также сил трения стружечной плиты по направляющим E_1F_1 и противодействием на выходе D_1 из канала. За время проталкивания плиты на величину вновь образованного слоя H_2 давление уменьшается со значения q_B до величины q_C . При обратном движении пуансона от точки C_1 (холостой ход) происходит упругое расширение ранее и вновь сформированных слоев на величину $C_1G_1 = m$. Дав-

ление изменяется от q_C до некоторого значения q_D . Давление от точки C и далее будет изменяться по кривой CD . На участке E_1F_1 плита попадает в направляющие зажимного лотка, который создает дополнительный подпор. Уравнение кривой, по которой происходит изменение давления по длине канала пресса, составляют по распределению давления по высоте сжатого изделия при одностороннем прессовании.

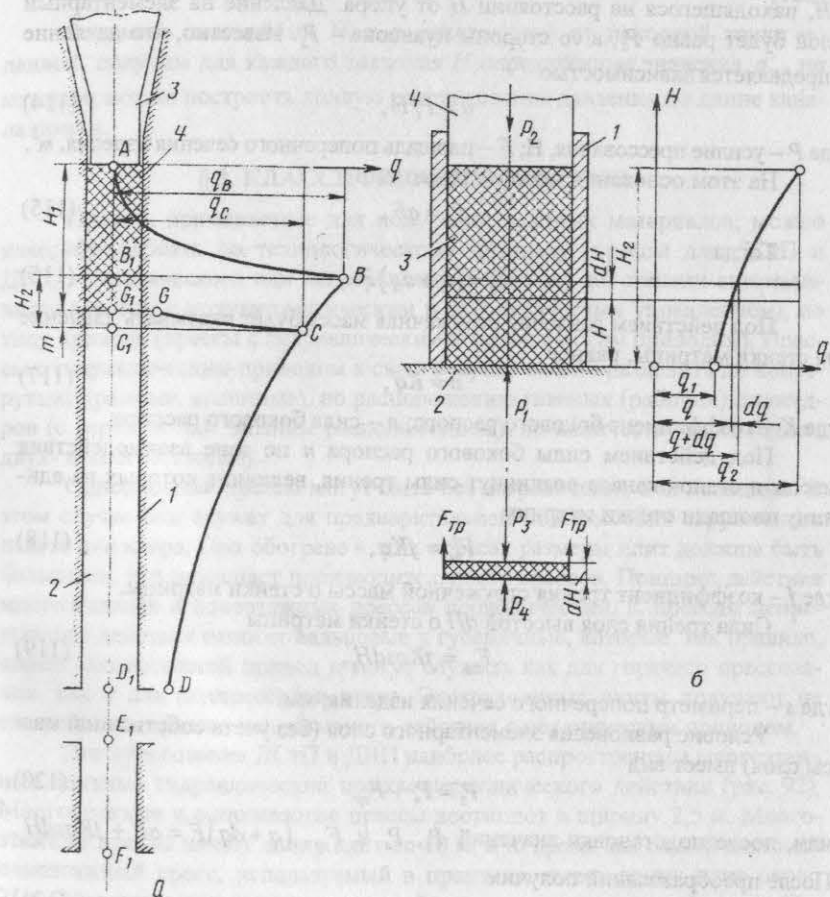


Рис. 91. Схема прессования с подвижным упором (а) и схема распределения усилий по высоте сжатого брикета (б)

Пусть матрица 1 (рис. 91, б) опирается на неподвижный упор 2, а в ней находится сжатая стружечная масса 3, высота которой H_2 . Со стороны пуансона 4 на массу действует усилие прессования P_2 . Ввиду действия сил трения сжатой массы о стенки матрицы давление будет уменьшаться, т. е. $q_1 < q_2$.

Рассмотрим условия равновесия элементарного слоя массы высотой dH , находящегося на расстоянии H от упора. Давление на элементарный слой будет равно P_4 , а со стороны пуансона — P_3 . Известно, что давление определяется зависимостью

$$q = P/F, \quad (114)$$

где P — усилие прессования, H ; F — площадь поперечного сечения изделия, m^2 .

На этом основании можно записать:

$$P_4 = qF. \quad (115)$$

Тогда

$$P_3 = (q + dq)F. \quad (116)$$

Под действием давления стружечная масса будет оказывать давление на стенки матрицы, равное

$$n = Kq, \quad (117)$$

где K — коэффициент бокового распора; n — сила бокового распора.

Под действием силы бокового распора n по зоне взаимодействия массы и стенок канала возникнут силы трения, величина которых на единицу площади стенки матрицы

$$F'_{тр} = fKq, \quad (118)$$

где f — коэффициент трения стружечной массы о стенки матрицы.

Сила трения слоя высотой dH о стенки матрицы

$$F_{тр} = fKqs dH, \quad (119)$$

где s — периметр поперечного сечения изделия, мм.

Условие равновесия элементарного слоя (без учета собственной массы слоя) имеет вид

$$P_3 = P_4 + F_{тр} \quad (120)$$

или, после подстановки значений P_3 , P_4 и $F_{тр}$, $(q + dq)F = qF + fKqs dH$.

После преобразований получим

$$Fdq = fKqs dH. \quad (121)$$

Разделим обе части равенства на qF , тогда $dq/q = (fKs/F)dH$. Для упрощения преобразований примем, что K и f — величины постоянные. Обозначим $fKs/F = A$ и получим $dq/q = AdH$. Интегрируем это выражение:

$$\int_{q_H}^q \frac{dq}{q} = A \int_0^H dH; \quad \ln q_H - \ln q = -AH, \quad (122)$$

откуда

$$\ln \frac{q_H}{q} = -AH; \quad \frac{q_H}{q} = e^{-AH};$$

$$q_H = qe^{-AH}. \quad (123)$$

Задаваясь значениями H , т. е. расстоянием от исходной точки до данной, получим для каждого значения H определенные значения q_H , по которым можно построить кривую распределения давления по длине канала пресса.

§ 3. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕССОВ

Прессы, применяемые для получения плитных материалов, можно классифицировать по технологическому признаку (прессы для ДСтП и ДВП, периодического или непрерывного действия), по степени автоматизации (прессы с полуавтоматическим и автоматическим управлением), по типу привода (прессы с гидравлическим и механическим приводом). Прессы с гидравлическим приводом в свою очередь можно разделить по конструкции (рамные, колонные), по расположению главных (рабочих) цилиндров (с верхним или нижним расположением), по количеству плит (одно-, двух- и многоэтажные).

Одноэтажные прессы могут быть без нагрева плит, т. е. холодные. В этом случае они служат для предварительной подпрессовки стружечного пакета или ковра. При обогреве в этих прессах размеры плит должны быть большими, что повышает производительность прессов. Принцип действия многоэтажных и одноэтажных прессов периодического действия относят вальцовые и гусеничные, которые, как правило, имеют механический привод и могут служить как для горячего прессования, так и для подпрессовки ковра. Экструзионные плиты получают на специальных прессах непрерывного действия с механическим приводом.

Для прессования ДСтП и ДВП наиболее распространены многоэтажные плитные гидравлические прессы периодического действия (рис. 92). Многоэтажные и одноэтажные прессы достигают в ширину 2,5 м. Многоэтажные прессы имеют длину плит до 10 м, в то время как самый длинный одноэтажный пресс, используемый в практике, имеет длину плит около 21 м. Многоэтажные прессы могут работать с поддонами или без них. Некоторые прессы имеют до 20 этажей, хотя обычно это 15–17-этажные установки, и их используют при больших производственных мощностях.

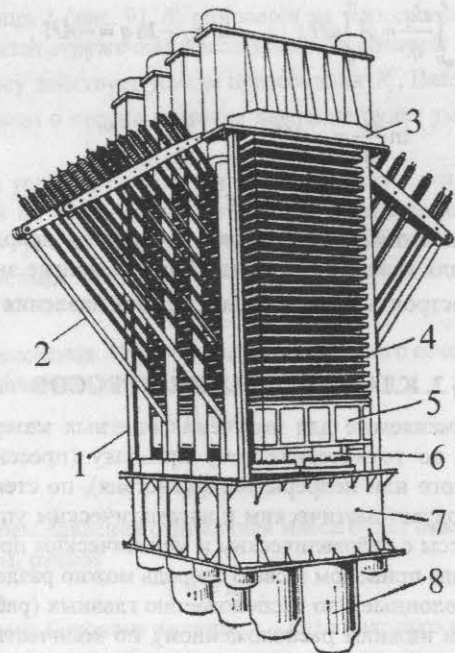


Рис. 92. Многоэтажный пресс: 1 – колонна; 2 – механизм одновременного смыкания плит пресса; 3 – верхняя поперечина; 4 – плита; 5 – стол; 6 – плунжер; 7 – нижняя поперечина; 8 – цилиндр

По ряду причин одноэтажные прессы (рис. 93) предпочтительнее многоэтажных. В пресс можно загрузить пакет за 10–15 с, в зависимости от длины прессы. Требуется короткое время (10–12 с) для создания полного давления на пакет, особенно, если ковер или пакет предварительно подпрессован. Можно использовать высокие температуры плит прессы (до 200 °С) при минимальном предварительном отверждении связующего на поверхности пакета из-за быстрой загрузки и смыкания прессы, что также уменьшает продолжительность прессования. Для трехслойных плит плотностью 660 кг/м³ и толщиной 16 мм общая продолжительность прессования составляет примерно 150 с, а в многоэтажном прессе 250–350 с. Предполагается дальнейшее сокращение продолжительности прессования в одноэтажном прессе на 50 с за счет использования высокочастотного предварительного нагрева ковра.

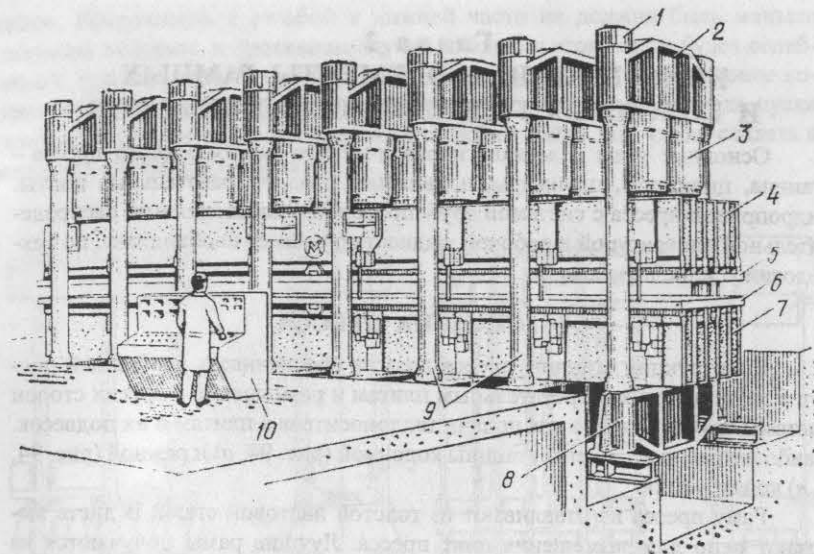


Рис. 93. Одноэтажный пресс: 1 – гайка; 2 – верхний архитрав; 3 – гидроцилиндр; 4 – подвижная траверса; 5 – подвижная плита прессы; 6 – неподвижная плита прессы; 7 – неподвижная траверса; 8 – основание прессы; 9 – колонны; 10 – пульт управления

При прессовании одного пакета (а не нескольких) можно получить меньшие допуски по толщине, чем в многоэтажных прессах, и таким образом уменьшить затраты на шлифование, что позволит сэкономить древесину и связующее. Это важно в тех случаях, когда плиты предназначены для облицовывания. Плиты, изготовленные в одноэтажных прессах, имеют большие размеры, а это означает меньшее количество потерь на обрезку кромок, чем при обрезке плит меньших размеров, производимых в многоэтажных прессах. Конструкция одноэтажных прессов и система загрузки в них значительно проще по сравнению с многоэтажными прессами.

Глава 2

КОНСТРУКЦИИ И ЭЛЕМЕНТЫ РАМНЫХ И КОЛОННЫХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПРЕССОВ

Основные узлы и детали гидравлического многоступенчатого пресса — станина, цилиндры, плунжеры, подвижный стол, нагревательные плиты. Гидропривод пресса с системой трубопроводов, уплотнителями, распределительной аппаратурой и рабочей жидкостью создает необходимое по технологии усилие прессования.

§ 1. СТАНИНА ПРЕССА

Конструкция станины пресса должна обеспечивать свободный доступ с двух сторон к нагревательным плитам и размещение с других сторон системы трубопроводов для подачи теплоносителя к плитам и их подвесок. Наиболее распространены станины колонной (рис. 94, а) и рамной (рис. 94, б, в) конструкций.

Раму пресса изготавливают из толстой листовой стали. В листе вырезают окно для размещения плит пресса. Лучшие рамы получаются из одного листа, а не сваренные из четырех полос. Каждая рама состоит из двух вертикальных стальных листов, соединенных попарно так, чтобы получилась жесткая стабильная конструкция. Если раму вырезают из листа металла, углы ее закругляют для снижения концентрации напряжений, возникающих при прямых углах. Желательно также закруглять или скашивать кромки рамы. Иногда при сборке рамы устанавливают близко друг к другу, как показано на рис. 94, в. Тогда ввиду большого количества рам тяжелая верхняя поперечина не нужна. Однако из-за того, что рамы находятся близко друг к другу, возникают трудности при монтаже деталей к плитам пресса и при профилактическом уходе.

Количество секций рамы, их размер и расположение зависят от длины и ширины плит пресса, степени сжатия пакета, максимального удельного давления на плиты пресса, распределения сил прессования, доступности для оператора пресса и наличия устройства для одновременного смыкания плит пресса. В рамном прессе используют обычно ряд небольших по диаметру попарных плунжеров. Два или более плунжера используют как вспомогательные. С помощью таких плунжеров можно осуществлять быстрое смыкание плит пресса.

В колонных прессах (см. рис. 94, а) расстояние между колоннами больше и верхняя поперечина более тяжелая. Например, один из прессов колонного типа для производства плит форматом 2,44×7,32 м имеет верхнюю поперечину массой 120 т. Колонны цилиндрические. В колонных прессах используют цилиндры большего диаметра, чем в рамных. На концах колонн нарезают резьбу, на которую навинчивают большие натяжные

гайки. Поверхность с резьбой в нижней части не должна быть меньше диаметра колонны, в противном случае колонна в этом месте будет ослаблена и при нагрузке может произойти ее разрушение. При установке колонны подвергают предварительному натяжению гайками, а после пуска пресса их периодически проверяют, затягивают гайки так, чтобы создать в колоннах необходимое натяжение.

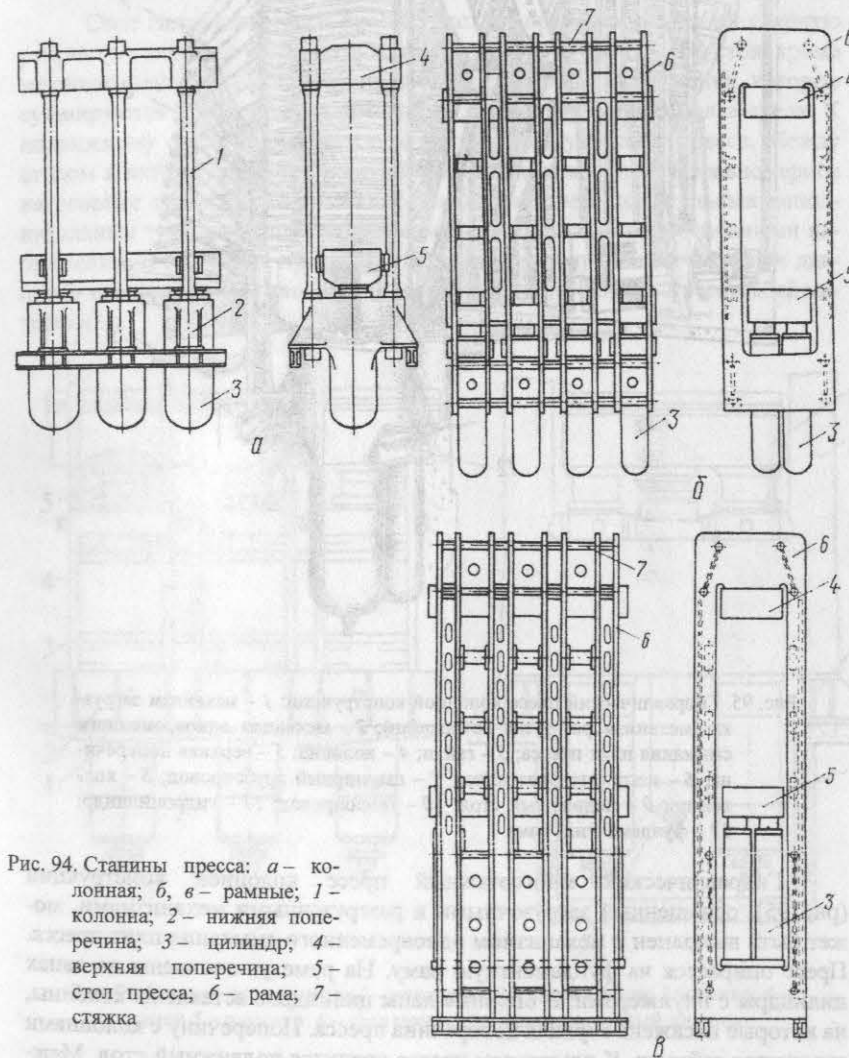


Рис. 94. Станины пресса: а — колонная; б, в — рамные; 1 — колонна; 2 — нижняя поперечина; 3 — цилиндр; 4 — верхняя поперечина; 5 — стол пресса; 6 — рама; 7 — стяжка

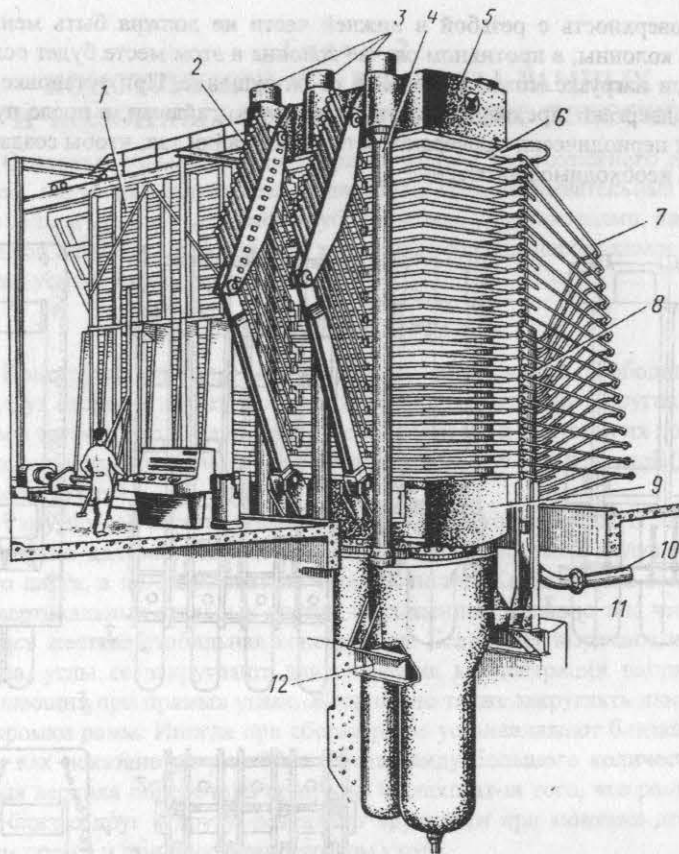


Рис. 95. Гидравлический пресс колонной конструкции: 1 – механизм загрузки (механизм разгрузки не показан); 2 – механизм одновременного смыкания плит пресса; 3 – гайки; 4 – колонна; 5 – верхняя поперечина; 6 – нагревательная плита; 7 – шарнирный трубопровод; 8 – коллектор; 9 – подвижный стол; 10 – теплопровод; 11 – гидроцилиндр; 12 – фундаментная рама

Гидравлический многоэтажный пресс колонной конструкции (рис. 95), оснащенный загрузочными и разгрузочными механизмами, может быть выполнен с механизмом одновременного смыкания плит пресса. Пресс опирается на фундаментную раму. На раме установлены на лапах цилиндры с плунжерами. В опорные лапы цилиндров вставлены колонны, на которые насажена верхняя поперечина пресса. Поперечину с колоннами скрепляют гайками. К плунжерам пресса крепится подвижный стол. Меж-

ду поперечиной и столом установлены нагревательные плиты. Теплоноситель подводит к плитам от теплопровода через коллектор и шарнирные трубопроводы. В станинах колонной конструкции необходимо обеспечивать жесткое соединение между поперечинами и колоннами для сохранения норм точности пресса и надежности его работы.

§ 2. ПОДВИЖНЫЙ СТОЛ ПРЕССА

Стол гидравлического пресса (рис. 96) представляет собой сварную ребристую коробчатую конструкцию из листового проката. На стол, кроме механических усилий, воздействуют температурные напряжения, которые суммируются с растягивающими напряжениями верхнего пояса стола. К подвижному столу крепят нижнюю нагревательную плиту пресса. Между столом и плитой прокладывают теплоизоляционный слой. Неравномерное нагревание стола вызывает появление в нем значительных дополнительных температурных напряжений, суммирующихся с основными напряжениями от усилия пресса. Подвижной стол служит для передачи давления от плунжеров и равномерного его распределения на прессуемый материал.

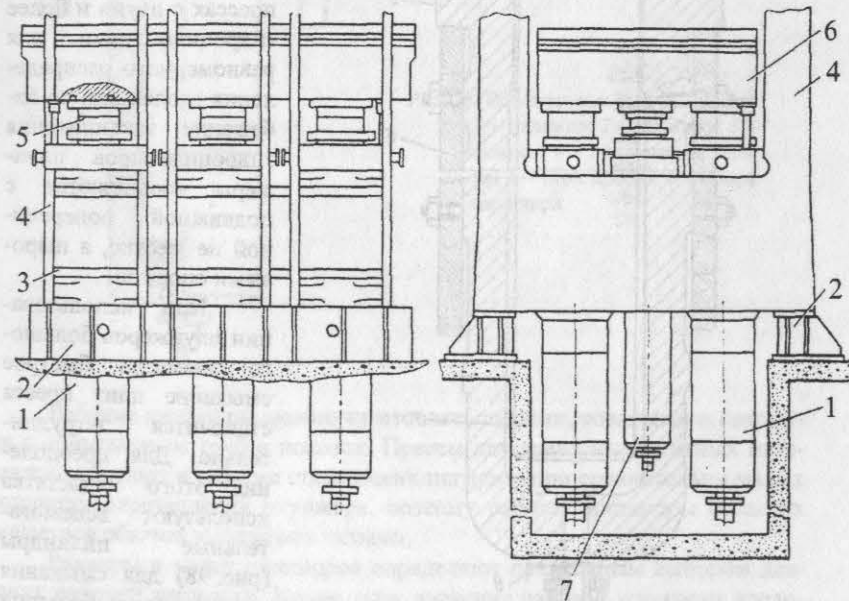


Рис. 96. Нижняя часть пресса: 1 – цилиндры; 2 – опора пресса; 3 – стяжка; 4 – рама; 5 – плунжер; 6 – стол пресса; 7 – вспомогательный цилиндр

§ 3. ПЛУНЖЕРНЫЕ ГИДРОЦИЛИНДРЫ

Эти гидроцилиндры (рис. 97) состоят из корпуса 5, направляющей втулки 9, плунжера 7, уплотняющих манжет 4. Манжеты винтами поджимаются к стенкам фланцевой крышки 3. В корпусе цилиндра просверлено отверстие, через которое к манжетам подается масло. Плунжер винтом соединен со сферической опорой 2, прикрепленной к подвижному столу 1. Корпус цилиндра винтами крепится к станине 6. Рабочая жидкость подается через отверстие 8.

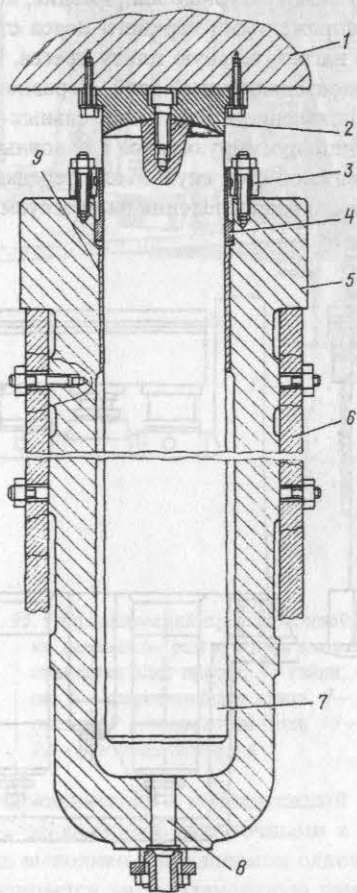


Рис. 97. Конструкция гидроцилиндра

Многоэтажные прессы с нижним расположением гидроцилиндров имеют их один или несколько. При нагнетании рабочей жидкости в цилиндры давление плунжера передается столу и далее на нагревательные плиты и прессуемый материал. В прессах с двумя и более гидроцилиндрами для равномерного распределения давления и во избежание заклинивания гидроцилиндров плунжеры соединяются с подвижной поперечной не жестко, а шаровыми опорами.

При использовании плунжеров большого диаметра быстрое смыкание плит пресса становится затруднительно. Для преодоления этого недостатка используют вспомогательные цилиндры (рис. 98) для смыкания плит пресса с большой скоростью, в то время как главные цилиндры открыты для предвари-

тельного заполнения рабочей жидкостью самотеком. Главные цилиндры используют для создания высокого давления на пакет, подлежащий прессованию в плиту.

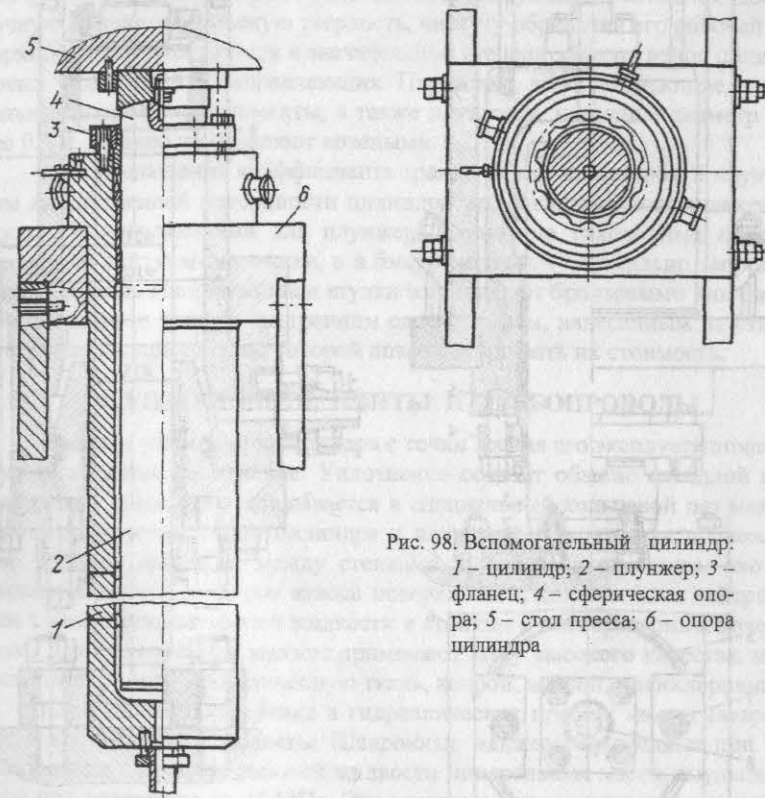


Рис. 98. Вспомогательный цилиндр:
1 — цилиндр; 2 — плунжер; 3 — фланец; 4 — сферическая опора; 5 — стол пресса; 6 — опора цилиндра

Рабочие цилиндры можно изготовлять литыми, коваными и сварными с применением труб и поволоков. Прессы для древесных плитных материалов работают в режиме статических нагрузок при сравнительно малых скоростях перемещения плунжера, поэтому рабочие цилиндры больших диаметров обычно выполняют литыми.

Размеры и массу цилиндров определяют правильным выбором давления рабочей жидкости. Кроме того, давление рабочей жидкости определяет расход рабочей жидкости высокого давления, коэффициент полезного действия привода, потери энергии на сжатие рабочей жидкости и долговечность работы уплотнений

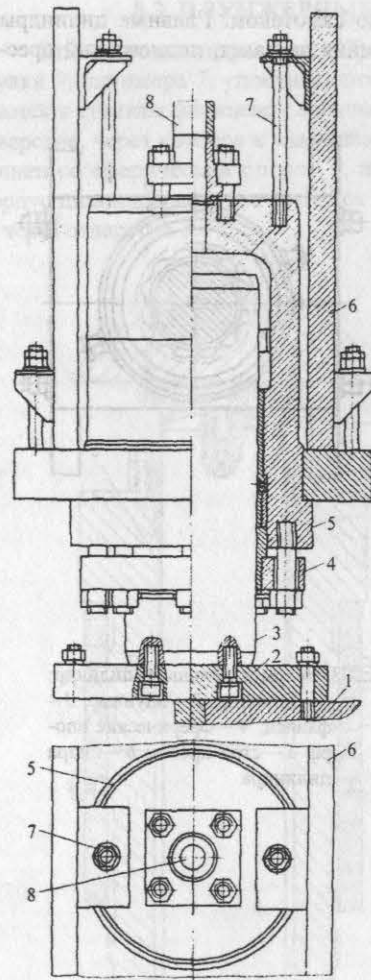


Рис. 99. Установка цилиндра при давлении сверху: 1 – плита пресса; 2 – переходное кольцо; 3 – плунжер; 4 – фланец; 5 – цилиндр; 6 – рама пресса; 7 – болт крепления цилиндра; 8 – отверстие ввода рабочей жидкости

Рис. 100. Поршневый цилиндр обратного хода: 1 – плита пресса; 2 – шток; 3 – направляющий фланец со втулкой; 4 – ввод рабочей жидкости; 5 – цилиндр; 6 – поршень с манжетами; 7 – крышка цилиндра; 8 – болт крепления цилиндра

При необходимости создать давление сверху цилиндры (в одноэтажных прессах) укрепляют над верхней плитой (рис. 99). Для подъема верхней плиты пресса используют гидроцилиндры поршневого типа, так как основное их назначение только поднять плиту пресса в исходное положение (рис. 100). К плунжерам предъявляются следующие требования: достаточную прочность, высокую твердость, чистоту обработки его рабочей поверхности. От этих качеств в значительной степени зависит износ цилиндрических уплотнений и направляющих. Плунжеры, воспринимающие значительные изгибающие моменты, а также плунжеры, имеющие диаметр менее 0,3 м, обычно изготавливают коваными.

Для уменьшения коэффициента трения между цилиндром и плунжером на внутренней поверхности цилиндра устанавливают направляющую втулку. Направляющими для плунжера служат на тихоходных прессах кольцевые выступы-заплевки, а в быстроходных – специально запрессованные втулки. Направляющие втулки изготавливают бронзовыми или биметаллическими с тонким внутренним слоем бронзы, нанесенным на стальную рубашку, применение которой позволяет снизить их стоимость.

§ 4. УПЛОТНЕНИЯ, ПЛИТЫ И ТРУБОПРОВОДЫ

Важным узлом гидроцилиндра с точки зрения его эксплуатационных качеств является уплотнение. Уплотнение состоит обычно из одной или нескольких манжет и закладывается в специальный кольцевой паз между боковыми поверхностями цилиндра и плунжера. Препятствуя прохождению рабочей жидкости между стенками плунжера и цилиндра, оно не должно вызывать сильного износа поверхностей, должно быть нейтральным к воздействию рабочей жидкости и стойким к температурным колебаниям. Для изготовления манжет применяют кожу высокого качества, маслостойкую резину, прорезиненную ткань, капрон, нейлон, полихлорвинил.

Наибольшее применение в гидравлических прессах имеют шевронные и воротниковые манжеты. Шевронные манжеты применяют при использовании в качестве рабочей жидкости минеральных масел, эмульсии и воды под давлением до 45 МПа. Эти манжеты бывают разрезные и неразрезные (разрезают манжету обычно под углом 45°). Они обладают хорошими уплотнительными свойствами, но создают значительное сопротивление движению плунжера. Когда плиты размыкаются под действием собственной массы, возможно защемление плунжеров и неполное размыкание плит пресса.

Воротниковые манжеты применяют в гидравлических прессах при давлении рабочей жидкости до 32 МПа. В уплотнительном узле устанавливают обычно одну (реже – две) воротниковую манжету. Диаметр манжет не превышает 0,3 м. В прессах устанавливают только неразрезные воротниковые манжеты. В последние годы нашли широкое применение манжеты из полиамидных смол (нейлона и капрона). Нейлон и капрон обладают

низким коэффициентом трения, самосмазывающимися свойствами, хорошо сопротивляются истиранию. Диаметр таких манжет 0,01–0,5 м.

В плитах пресса (рис. 101) каналы могут быть расположены последовательно или параллельно, а при больших размерах плит рекомендуется смешанное соединение. Это необходимо для устранения перепада температур на входе и выходе теплоносителя. Наружные отверстия каналов заделывают пробками.

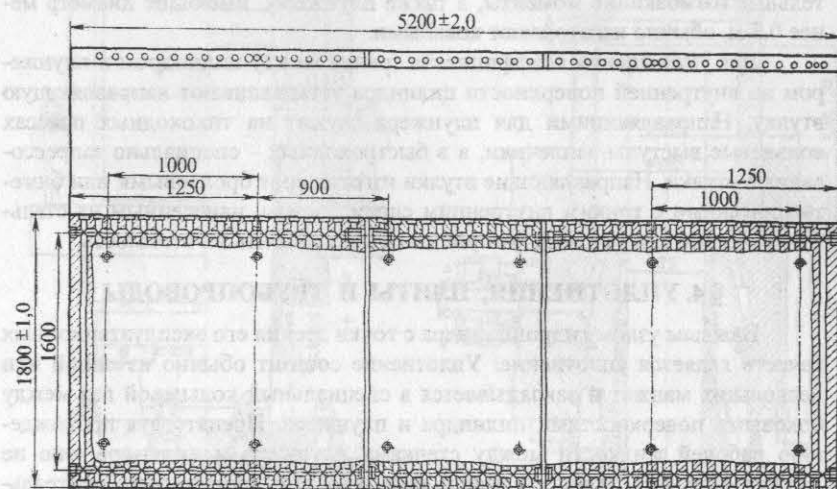


Рис. 101. Плита пресса для производства ДСтП

Система подвода теплоносителя к плитам должна обеспечивать их подвижность. Кроме того, она должна быть достаточно герметичной. Эти условия можно создать с помощью гибких шлангов, шарнирных или телескопических соединений. Наиболее распространены шарнирные и телескопические соединения.

Плиты пресса необходимо изготавливать так, чтобы они не прогибались. Сделать это практически невозможно, однако прогиб можно свести до минимума.

Деформации плит пресса можно свести к двум типам: первый – это постоянный изгиб плит в результате прессования с полным давлением, когда в одном или более просветах отсутствует один или более пакетов. Это относится к тем прессам, где используют дистанционные планки (рис. 102). Кроме того, чем меньше ширина пакета, тем скорее возможна деформация плит, так как происходит концентрация давления в центре.

Другой тип – локальная деформация поверхности плит, вызываемая присутствием в стружечном пакете посторонних металлических включений: болтов, гаек, гаечных ключей и т. п.

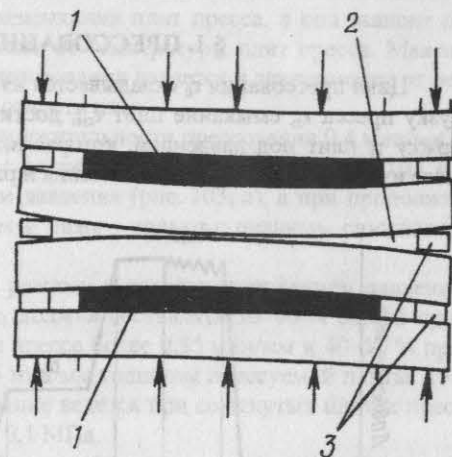


Рис. 102. Схема изгиба плит пресса: 1 – пакеты; 2 – пакета нет; 3 – дистанционные планки

Для регулирования толщины стружечной плиты на плите пресса устанавливают дистанционные планки. Таким образом, если плиты опираются на планки, обеспечивается требуемая толщина готовой плиты, если только не поступают плохо сформированные пакеты. В этом случае возникает разнотолщинность стружечных плит. В результате постоянного воздействия давления на планки они могут изменить свою толщину. С другой стороны, при попадании на них древесных частиц получается наклеп и соответствующее увеличение толщины планок.

Для установки дистанционных планок в многоярусных прессах требуется дополнительная площадь. В результате возрастает масса пресса. Планки к тому же препятствуют надлежащему удалению пара с кромок прессуемой плиты.

Глава 3 ДИАГРАММЫ ПРЕССОВАНИЯ

§ 1. ПРЕССОВАНИЕ ДСтП

Цикл прессования $\tau_{ц}$ складывается из времени, затрачиваемого на загрузку пресса τ_3 , смыкание плит $\tau_{см}$, достижение заданного давления, выдержку τ_1 плит под давлением, которая включает в себя уплотнение τ_u , а также из времени на снижение давления и разгрузку пресса τ_r .

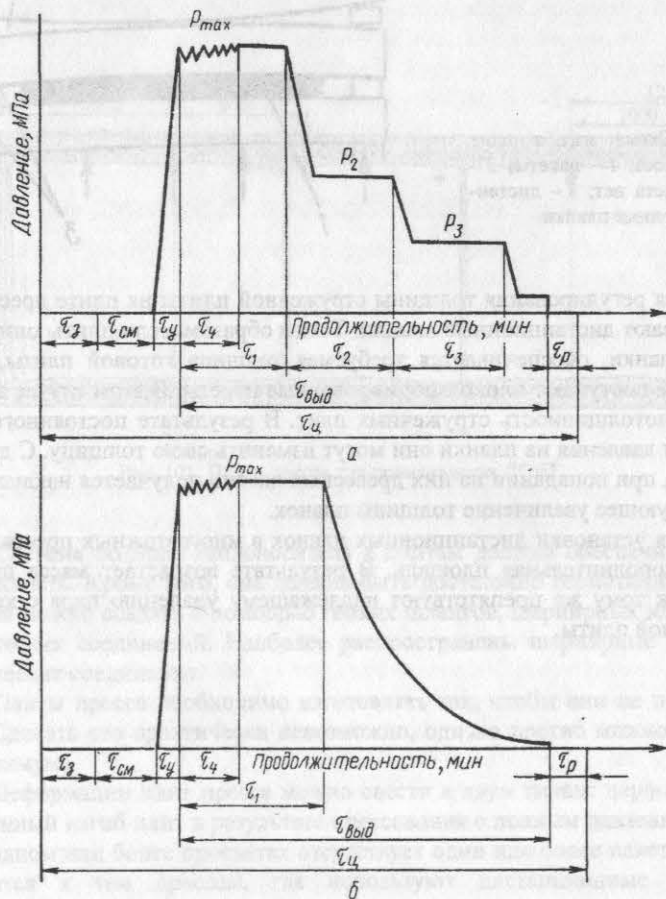


Рис. 103. Диаграмма прессования ДСтП в прессе периодического действия со снижением давления: а – ступенчатым; б – плавным

Общая продолжительность загрузки пресса и достижения высокого давления не должна превышать 1 мин, при этом подъем плит пресса (до смыкания) должен продолжаться не менее 25 с. Продолжительность выдержки плит в прессе отсчитывают с момента достижения максимального заданного давления до начала размыкания плит пресса, а она зависит от толщины, плотности ДСтП, а также от температуры плит пресса. Максимальное давление при горячем прессовании задается в зависимости от режима прессования и заданной плотности плит.

Прессование плит при продолжительности прессования 0,4 мин/мм и выше может осуществляться как с плавным – бесступенчатым (рис. 103, б), так и со ступенчатым снижением давления (рис. 103, а), а при продолжительности выдержки 0,35 мин/мм и ниже – только с плавным снижением давления.

При прессовании плит по режиму с плавным снижением давления выдержка плит под давлением τ_1 должна составлять 30–40 % общей продолжительности при выдержке в прессе более 0,35 мин/мм и 40–50 % при выдержке их в прессе менее 0,35 мин/мм толщины прессуемой плиты; 15–20 % времени выдержки прессование ведется при сомкнутых плитах пресса и давлении, не превышающем 0,1 МПа.

При ступенчатом режиме прессования первая ступень τ_1 составляет примерно 30 % общей продолжительности выдержки и предназначена для фиксации толщины плит. Вторая ступень τ_2 также составляет примерно 30 % продолжительности выдержки, включая и продолжительность снижения давления. При этом давление понижается до 0,6–0,8 МПа. На третьей ступени, τ_3 , составляющей также 30 % продолжительности выдержки, давление поддерживается на уровне 0,3–0,4 МПа. Остальные 10 % продолжительности выдержки прессование ведется при сомкнутых плитах пресса при давлении 0,1 МПа. Продолжительность снижения давления при переходе от первой ступени ко второй входит в продолжительность второй ступени, а при переходе от второй к третьей – в продолжительность третьей. Продолжительность размыкания плит пресса для режимов с плавным и ступенчатым снижением давления составляет 2,5–3 с на каждый этаж пресса.

§ 2. ПРЕССОВАНИЕ ДСтП В КАЛАНДРОВОМ ПРЕССЕ

При этом способе прессования следует рассмотреть зоны упрессовки и прессования, а также зону выдержки и снижения давления (рис. 104). При надвигании стружечного ковра в зазор между основным барабаном и первым уплотнительным валиком происходит упрессовка ковра. Давление возрастает до максимального (примерно 5 МПа). Далее процесс непрерывного прессования в каландровом прессе имеет пульсирующий характер (количество пульсаций равно количеству прессующих валов). Давление

после первого прессующего вала быстро падает, снижаясь до 0,4 МПа на четвертом валу. Усилие натяжения стальной ленты в зоне выдержки должно обеспечивать давление на барабан 0,4–0,5 МПа.

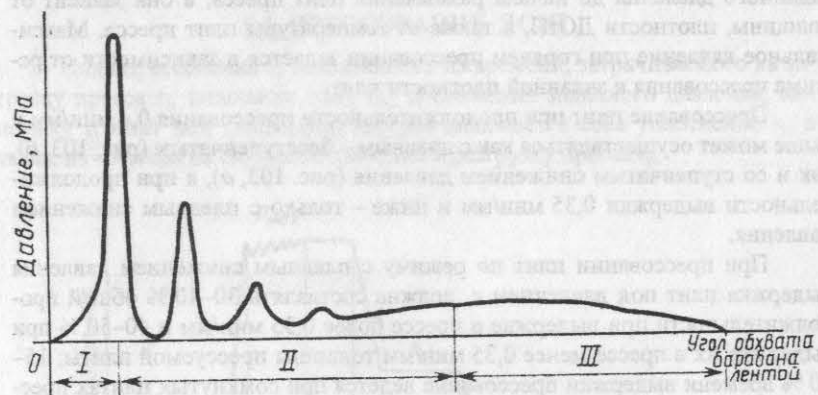


Рис. 104. Диаграмма прессования в каландровом прессе. Зоны: I – упрессовки; II – прессования; III – выдержки и снижения давления

§ 3. ПРЕССОВАНИЕ ДВП МОКРЫМ СПОСОБОМ

Весь цикл прессования подразделяется на три технологические фазы: I фаза – отжим, II фаза – сушка, III фаза – закалка (рис. 105). Время загрузки пресса зависит от конструкции этажерок и толщины загружаемых полотен. Для прессовых установок современной конструкции $t_{\text{зар}} = 1$ мин при изготовлении плит толщиной 3,2 мм. Для толстых плит это время немного меньше.

Время смыкания плит пресса определяют по формуле

$$t_c = n[h - (\delta_1 + A)]/v_1, \quad (124)$$

где n – число промежутков в прессе; h – просвет между плитами пресса, мм; δ_1 – толщина волокнистого полотна, поступившего в пресс, мм (ее подбирают опытным путем в зависимости от качества массы и характеристики изготавливаемых плит, принимая равной 5–6-кратной толщине готовой плиты); A – суммарная толщина глянцевого противоизносного, транспортного листов, а также транспортной и подкладных сеток, мм; v_1 – скорость смыкания плит пресса, мм/с.

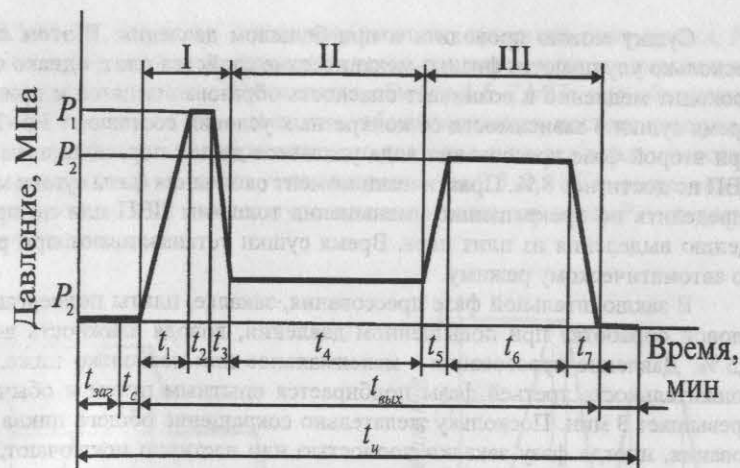


Рис. 105. Диаграмма прессования ДВП мокрым способом: I – отжим; II – сушка; III – закалка

Время подъема давления до максимального t_1 обуславливается техническими параметрами и состоянием гидросистемы пресса. У прессов последних выпусков (для мокрого способа производства плит) общее время смыкания и подъема давления не более 1,5 мин. Время выдержки при максимальном давлении t_2 подбирают таким, чтобы общее время I фазы было возможно короче и в то же время обеспечивало удаление свободной влаги из ковра. Продолжительность I фазы обычно 50–90 с. Продолжительность выдержки на максимальном давлении устанавливают опытным путем, исходя из конкретных условий производства (обычно не более 30 с). Оптимальное максимальное давление 5–5,5 МПа.

Короткий цикл первой фазы диктуется прежде всего технологическими соображениями. Уменьшение длительности первой фазы целесообразно по экономическим соображениям. Интенсивный отжим воды сокращает расход тепловой энергии. Скорость механического обезвоживания в прессе зависит не только от давления и температуры, но и от характеристики прессуемых сырых ковров (от их влажности, толщины и степени размола массы).

После фазы отжима переходят к сушке плит, так как дальнейшее удаление воды возможно только путем испарения. Для ведения процесса сушки снижают давление прессования, чтобы создать благоприятные условия удаления пара из ковра. Время сброса давления t_3 около 15 с. Давление обычно поддерживают на уровне 0,8–1 МПа, что несколько ниже давления выходящего пара. Для обеспечения равномерного выделения пара из влажного волокнистого ковра давление в период сушки сохраняют постоянным.

Сушку можно проводить и при большом давлении. В этом случае несколько улучшаются физико-механические свойства плит, однако сушка проходит медленно и возникает опасность образования пятен и пригаров. Время сушки в зависимости от конкретных условий составляет 3,5–7 мин. При второй фазе прессования вода удаляется до тех пор, пока влажность ДВП не достигнет 8 %. Практически момент окончания фазы сушки можно определить по прекращению уменьшения толщины ДВП или по прекращению выделения из плит пара. Время сушки устанавливают при работе по автоматическому режиму.

В заключительной фазе прессования, закалке, плиты подвергают тепловой обработке при повышенном давлении, доводя влажность до 0,5–1,5 %. Давление прессования – максимальное или несколько ниже. Продолжительность третьей фазы подбирается опытным путем и обычно не превышает 3 мин. Поскольку желательно сокращение общего цикла прессования, иногда фазу закалки полностью или частично исключают, а остальную тепловую обработку плит выполняют на последующей стадии технологического процесса в закалочных камерах.

§ 4. ПРЕССОВАНИЕ ДВП СУХИМ СПОСОБОМ

На рис. 106 показаны одно- и двухступенчатые диаграммы прессования, в которых: t_3 – время загрузки пресса, зависящее от конструкции загрузочного устройства и пресса (обычно 20–25 с); t_c – время одновременного смыкания плит пресса, происходящего обычно при низком давлении до 0,3 МПа (около 10 с); t_1 – время достижения максимального давления; время смыкания плит пресса и достижения максимального давления ($t_c + t_1$) должно быть по возможности коротким, так как от него существенно зависят подъем температуры в пакете и плотность (особенно наружных слоев), что определяет качество поверхности готовых плит; это время составляет около 20–25 с; t_2 – время выдержки при максимальном давлении по одноступенчатому или двухступенчатому графику определяет в основном физико-механические показатели плиты и зависит от многих технологических факторов (40–80 с); t_3 – время снижения давления для отвода паровоздушной смеси, которое необходимо выбирать так, чтобы не допустить повреждения структуры плит (15–20 с); t_4 – время, имеющее различные значения при одно- и двухступенчатом прессовании; при одноступенчатом графике эта величина включает в себя время, необходимое для удаления паровоздушной смеси, а также время стабилизации плиты; при двухступенчатом графике за это время происходит только удаление паровоздушной смеси, так как плиты стабилизируются во время вторичного подъема до давления второй ступени t_7 во время выдержки при давлении второй ступени t_8 ; t_5 – время снятия давления (15–20 с); t_6 – время размыкания плит пресса (около 10 с); полный цикл прессования необходимо регулировать таким образом, чтобы после пресса плиты имели влажность

0,3–0,5 %; P_1 – давление для одновременного смыкания плит пресса; P_2 – максимальное давление, определяющееся технологическими параметрами и конструкцией пресса, принимается обычно 6,5–7 МПа для обеспечения заданной плотности; P_3 – давление, обеспечивающее постепенное удаление паровоздушной смеси из плит; это давление задается в зависимости от температуры плит пресса и устанавливается на 0,3–0,5 МПа ниже, чем соответствующее этой температуре давление водяного пара; P_4 – давление стабилизации.

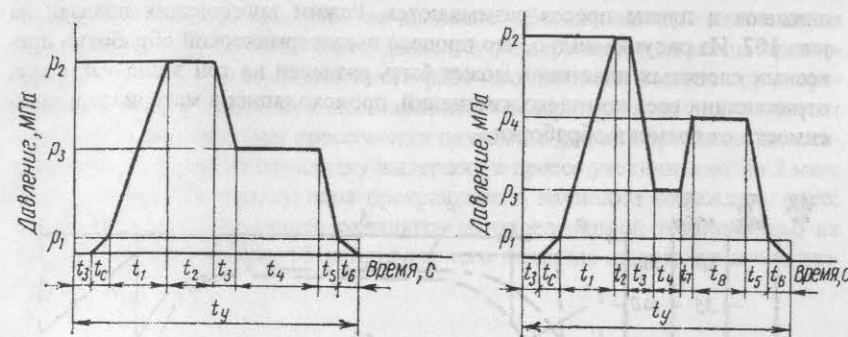


Рис. 106. Диаграмма прессования ДВП сухим способом

Режимы прессования (диаграмма прессования) зависят от исходного сырья и материалов, а также требований к плите. В каждом случае диаграмма прессования должна определяться в зависимости от конкретных условий и технической характеристики пресса.

§ 5. ПРЕССОВАНИЕ ДРЕВЕСНОСЛОИСТЫХ ПЛАСТИКОВ

Во избежание преждевременного отверждения смолы в верхних слоях пакеты загружают в пресс при температуре плит пресса не более 40–50 °С. После центровки пакетов поднимают плиты и давление доводят до 15–16 МПа с одновременным нагревом плит пресса до 140–150 °С. Продолжительность подъема давления и температуры до вышеуказанных величин не должна превышать 30 мин. После достижения во всех плитах пресса температуры 140–150 °С и давления 15–16 МПа начинается отсчет времени выдержки прессования. Время выдержки при рабочем режиме устанавливают из расчета конечной толщины плит: при толщине до 25 мм – 5 мин на 1 мм толщины, при толщине слоя более 25 мм – 4 мин на 1 мм толщины. За 10 мин до окончания выдержки пластики толщиной до 25 мм

и за 20 мин – пластик толщиной более 25 мм паровой вентиль пресса закрывают, пар из плит выпускают и в течение 10–20 мин проводят воздушное охлаждение плит пресса. По истечении времени воздушного охлаждения плиты пресса охлаждают водой до 40–50 °С. Постепенное охлаждение продолжается не менее 40 мин для плит толщиной до 25 мм и 50 мин – для плит толщиной более 25 мм.

По достижении в плитах пресса 40–50 °С их дополнительно охлаждают водой из расчета 1 мин на 1 мм толщины плит, после чего давление снижают и плиты пресса размыкаются. Режим прессования показан на рис. 107. Из рисунка видно, что процесс пьезотермической обработки древесных слоистых пластиков может быть разделен на три этапа – *a*, *b* и *c*, отражающих весь комплекс изменений, происходящих в материале в зависимости от времени обработки.

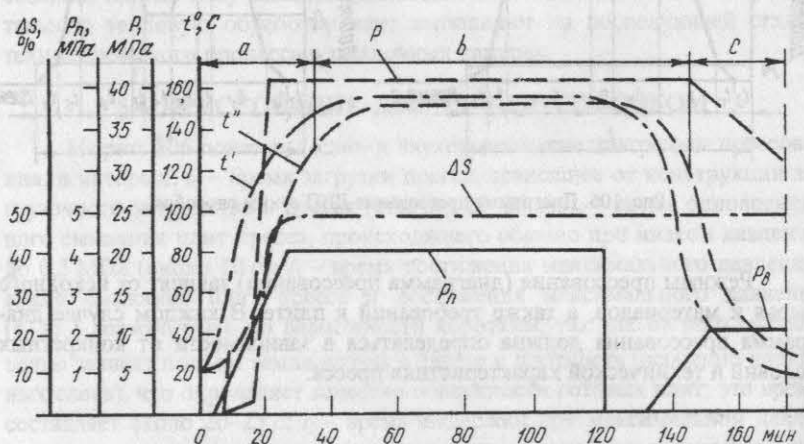


Рис. 107. Диаграмма прессования древесных слоистых пластиков: t' – температура в центре плиты пресса; t'' – температура в центре пакета; P – рабочее давление в цилиндре; P_n – давление пара; $P_в$ – давление воды; ΔS – упрессовка

Этап *a* заключается в том, что плиты пресса и материал нагреваются до заданной температуры в геометрическом центре пакета. В период прогрева при 60–80 °С в центре пакета при заданном давлении происходит пластификация и пакет шпона уплотняется. В то же время с повышением температуры начинается поликонденсация смолы, находящейся в шпоне.

Этап *b* заключается в собственно пьезотермической обработке, которая начинается с момента достижения плитами пресса температуры

145±5 °С, что соответствует примерно 130 °С в центре пакета. Термообработка уплотненной древесины (шпона) сопровождается окончанием процесса отверждения смолы и заканчивается склеиванием шпона.

Этап *c* состоит в охлаждении материала, которое связано с необходимостью уменьшения в нем внутренних напряжений, в том числе и термических.

При прессовании тонколистовых древесных слоистых пластиков пакеты, уложенные между прокладками, загружают в пресс при температуре плит не выше 50 °С. После загрузки пресса и центровки пакетов плиты смыкают и дают полное рабочее давление, обеспечивающее давление на пакет, равное 10–15 МПа. Такое давление поддерживают до конца прессования. После установления полного рабочего давления подают пар и прогревают пресс. Достигнув необходимой температуры, начинают отсчет времени выдержки. При прессовании пачками в два или три листа на каждую промежуточную прокладку выдержку в прессе увеличивают на 2 мин. После выдержки подачу пара прекращают и начинают охлаждать пресс водой. Когда плиты пресса охладятся до определенной температуры, их выдерживают в течение 10 мин, после чего давление снижают и пресс разгружают.

Глава 4 ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ПРИВОД ПРЕССОВ

§ 1. ОСОБЕННОСТИ ГИДРОСИСТЕМ ПРЕССОВ

Основная технологическая особенность прессов – выдержка при заданном рабочем давлении. Для поддержания рабочего давления во время выдержки необходимы соответствующие устройства. Величина упрессовки материала как в начальный период, так и в течение выдержки определяет расход жидкости и мощность гидравлического привода.

В современных гидравлических прессах используют индивидуальный насосный безаккумуляторный, индивидуальный насосно-аккумуляторный и групповой насосно-аккумуляторный приводы.

Различают два основных типа плитных прессов – с цилиндрами ускоренного хода и без цилиндров ускоренного хода. Гидросистема с цилиндрами ускоренного хода может иметь одну насосную установку, рассчитанную на рабочее давление, и две насосные установки, одна из которых рассчитана на рабочее давление, а другая на промежуточное.

Для получения высоких скоростей холостого и рабочего ходов у мощных прессов требуется большая мощность привода. В то же время длительные выдержки позволяют аккумулировать энергию при сравнительно небольшой установленной мощности привода. Большинство плитных прессов тихоходны, аккумуляторы представляют собой громоздкие

устройства, для которых зачастую требуются отдельные помещения. Аккумуляторы, работающие на минеральном масле, заряжаются обычно азотом, обладающим ограниченной растворимостью в масле. Для уменьшения коррозии металла вместо воды применяют водную масляную эмульсию.

Для многэтажных прессов с нижним расположением цилиндров распределение жидкости клапанное. В этих прессах золотниковое распределение применяют во вспомогательных устройствах. В прессах для пластмасс наряду с клапанным распределением применяют золотниковое с управляемым клапаном, отсекающим золотники от рабочих цилиндров в период выдержки.

§ 2. НАСОСНО-АККУМУЛЯТОРНЫЙ ПРИВОД

В насосно-аккумуляторном приводе (рис. 108) электродвигатель непосредственно связан с насосом, между насосом и рабочим цилиндром машины находится накопитель энергии давления жидкости – аккумулятор. Жидкость накапливает энергию в периоды пауз и в периоды, когда потребляемый цилиндром пресса расход меньше количества жидкости, подаваемого насосами.

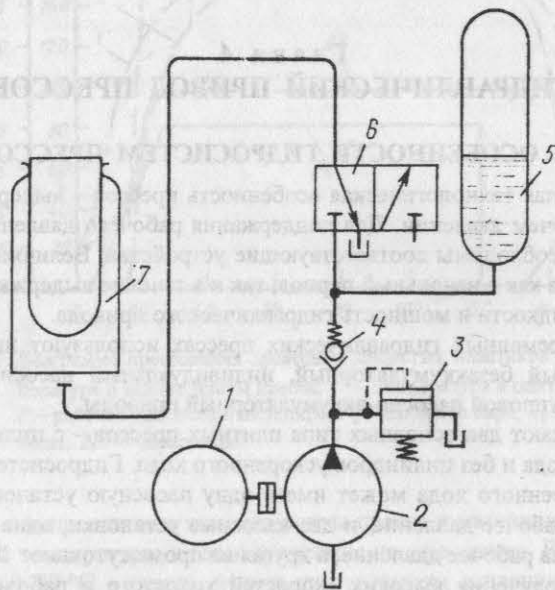


Рис. 108. Принципиальная схема насосно-аккумуляторного привода: 1 – электродвигатель; 2 – насос; 3 – предохранительный клапан; 4 – обратный клапан; 5 – аккумулятор; 6 – клапанный распределитель; 7 – рабочий цилиндр пресса

В периоды цикла, требующие повышенного расхода жидкости высокого давления, цилиндр пресса получает питание одновременно от насосов и аккумулятора, причем расход питания из аккумулятора значительно больше, чем подача его насосами. Для пресса такими периодами цикла являются рабочий и возвратный ходы.

Для управления потоком жидкости используют золотниковое, или клапанное, распределительное устройство. В нейтральной позиции золотника подвод от аккумулятора, а также подводы от цилиндров и сливная магистраль должны быть плотно перекрыты. Между насосом и аккумулятором расположен обратный клапан, предотвращающий возможную разрядку аккумулятора через разгрузочно-предохранительный клапан и предохраняющий насос от воздействия обратного потока. Насос подает жидкость в аккумулятор, и при его заполнении с помощью разгрузочно-предохранительного клапана переводится на слив. При понижении уровня жидкости или давления в аккумуляторе насос вновь подает жидкость в аккумулятор.

§ 3. ГИДРОСХЕМА ПРЕССА ДЛЯ ДСтП

Гидравлическая схема пресса с усилием 2 000 т для ДСтП приведена на рис. 109. Пресс приводится от насосно-аккумуляторной станции, имеющей два давления – 20 и 4 МПа. Рабочая жидкость – водная масляная эмульсия, распределяемая клапанным распределителем с гидравлическими сервоцилиндрами.

Насос системы управления лопастной производительностью 70 л/мин, рабочее давление в системе управления 5 МПа. Золотники с электрическим управлением. В нейтральном положении золотника напорные магистрали сервоцилиндров соединены с магистралью слива. При включении электромагнита Э1 золотник 16 перемещается вправо, и масло, поступая в полость сервоцилиндра, открывает клапан 9. Вода из магистрали низкого давления поступает в рабочие цилиндры, ускоряя поперечины. После смыкания плит давление в рабочих цилиндрах возрастает. По команде реле давления электромагнит Э1 выключается, а Э2 включается. Золотник 16 перемещается влево. Сервоцилиндр клапана 9 соединяется с магистралью слива и под действием пружины опускается, закрывая клапан 9. Сервоцилиндр клапана 11 открывает клапан, и жидкость высокого давления поступает в рабочие цилиндры, при этом поперечина совершает рабочий ход.

Одновременно с электромагнитом Э2 включается электромагнит Э4, перемещающий влево золотник 15. При этом открывается клапан 12. После достижения в рабочих цилиндрах заданного давления контакт ЭКМ1 включает электромагниты Э2 и Э4. Клапаны 11 и 12 закрываются. Если в период выдержки давление падает ниже установленного по электромагнитному манометру ЭКМ1, то включается электромагнит Э4, и через клапан 12 рабочие цилиндры подпитываются жидкостью высокого давления.

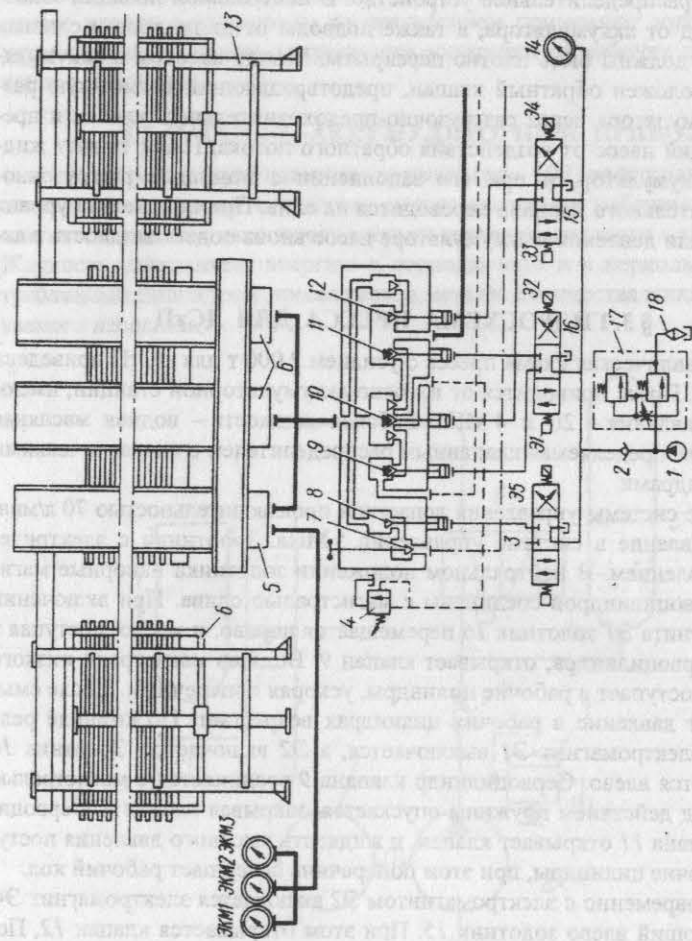


Рис. 109. Гидравлическая схема пресса для ДСГП: 1 — насос системы управления; 2 — обратный клапан; 3, 15, 16 — золотниковые распределители; 4 — реле давления; 5, 13 — этажерки пресса; 6 — цилиндры пресса; 7 — дроссель; 8, 12 — клапаны системы распределения; 9, 10, 11 — клапаны сервоцилиндров; 14 — манометр; 17 — предохранительный клапан; 18 — сливной клапан; линии: — — — высокое давления; - - - — низкого давления; ····· — слива; — — — управления

По истечении первого этапа выдержки, заданного по реле времени, включается электромагнит Э5 золотника 3, открывается клапан 8 и через дроссель сливается рабочая жидкость из цилиндров. При этом давление снижается до величины, заданной по манометру ЭКМ2. По команде ЭКМ2 золотник Э5 выключается и наступает второй этап выдержки под пониженным давлением. По истечении выдержки давление снижается еще на одну ступень, заданную по манометру ЭКМ3, и происходит третий этап выдержки под давлением.

По окончании полного цикла выдержки включается магнит Э5 и цилиндры полностью разгружаются, после чего включается магнит Э3, обеспечивающий открытие клапана 10, через который жидкость из рабочих цилиндров сливается в питательный бак насосно-аккумуляторной станции. Под действием массы подвижных частей плиты пресса размыкаются. Механизмы загрузки и выгрузки имеют механический привод вертикального и горизонтального перемещений.

§ 4. ГИДРОСХЕМА ПРЕССА ДЛЯ ДВП

Схема установки гидравлического привода пресса для горячего прессования ДВП показана на рис. 110. Цилиндры пресса соединены трубопроводами высокого давления через распределительный клапан (дистрибутор) с гидрофорами (воздушно-гидравлическими аккумуляторами, служащими для ускорения подъема и смыкания плит пресса), насосами низкого давления, гидравлическими насосами высокого давления и резервуаром. Резервуар соединен с гидравлическими насосами. Гидрофоры состоят из двух баков-сборников вместимостью по 11 м^3 каждый, соединенных в верхней части трубопроводами. Один из резервуаров водовоздушный, а другой только воздушный. Гидрофоры соединены с компрессором и насосами низкого давления. Компрессор нагнетает воздух под давлением 2,5–6 МПа. В воздушный резервуар компрессор подает воздух под давлением 4–6 МПа. В верхней части водовоздушного резервуара находится сжатый воздух под тем же давлением, а в нижней части — эмульсия для гидравлической системы.

В момент подъема плит пресса водяное пространство водовоздушного резервуара соединяется с полостями цилиндров. Сжатый воздух в очень короткий срок выжимает эту жидкость в цилиндры, поднимая плунжеры, при этом давление в гидрофоре падает незначительно. Давление воздуха выбрано такое, что снижение давления не сказывается на скорости подъема и смыкания плит пресса.

После подъема плит гидрофор автоматически отключается от пресса, начинают работать гидравлические насосы высокого давления, поднимающие давление в цилиндрах пресса. Пока происходит цикл прессования, гидравлический насос низкого давления, забирая из резервуара жидкость, снова накачивает ее в нижнюю часть водовоздушного резервуара до преж-

него уровня, вновь сжимая воздух в верхней части резервуара и в воздушном резервуаре до прежнего давления. Через некоторое время гидрофор опять готов к очередному подъему плит.

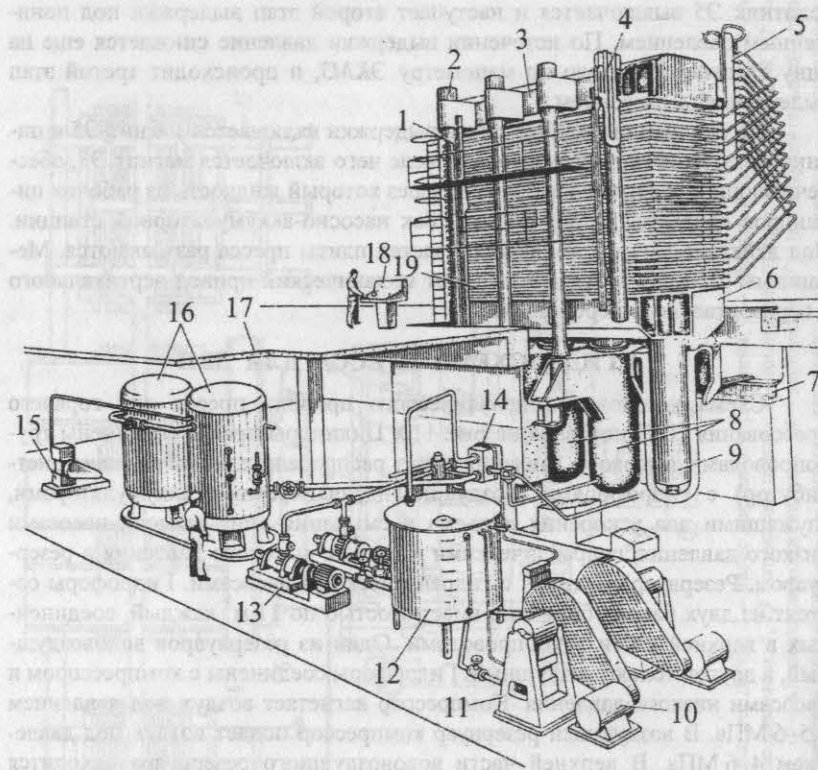


Рис. 110. Общий вид пресса для ДВП и гидропривода: 1 – колонна; 2 – гайка; 3 – верхняя поперечина; 4 – узел крепления поперечины к колонне; 5 – коллектор; 6 – подвижный стол; 7 – рама; 8 – цилиндры; 9 – плунжер; 10 – электродвигатель; 11 – насос высокого давления; 12 – резервуар жидкости; 13 – насос низкого давления; 14 – клапанный распределитель; 15 – компрессор; 16 – гидрофоры; 17 – перекрытие этажа; 18 – пульт управления прессом; 19 – нагревательные плиты

Сокращение времени подъема плит пресса не только повышает производительность установки, но главным образом дает возможность получать более качественную продукцию. При медленном подъеме нижние ДВП зажимаются между горячими плитами пресса и раньше, чем верхние, получают за счет этого больше тепла, поэтому их влажность по сравнению

с влажностью верхних плит меньше. В резервуаре находится рабочая жидкость для гидравлической системы пресса. Ее объем превышает объем цилиндров при поднятых плунжерах и объем всех гидроприводов с запасом на утечки и потери. Для пуска пресса необходимо убедиться в том, что все механизмы работают, аккумулятор заряжен, а плиты пресса предварительно прогреты. Затем пускают насосы высокого давления, которые первоначально работают вхолостую.

§ 5. КОМБИНИРОВАННЫЙ ПРИВОД И НАСОСНЫЙ ПРИВОД С ВЫДЕРЖКОЙ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

В комбинированном насосно-аккумуляторном приводе (рис. 111, а) части цикла, не требующие большого расхода жидкости высокого давления, осуществляются от насоса непосредственно, а также части цикла, как разгон и деформирование, смыкание плит, уплотнение, – от аккумулятора и насоса. Поскольку в этом случае аккумулятор может заполняться только в периоды пауз в работе, производительность насоса определяется количеством жидкости высокого давления, которое требуется подать из аккумулятора, и временем, в течение которого насос может восполнить это количество жидкости.

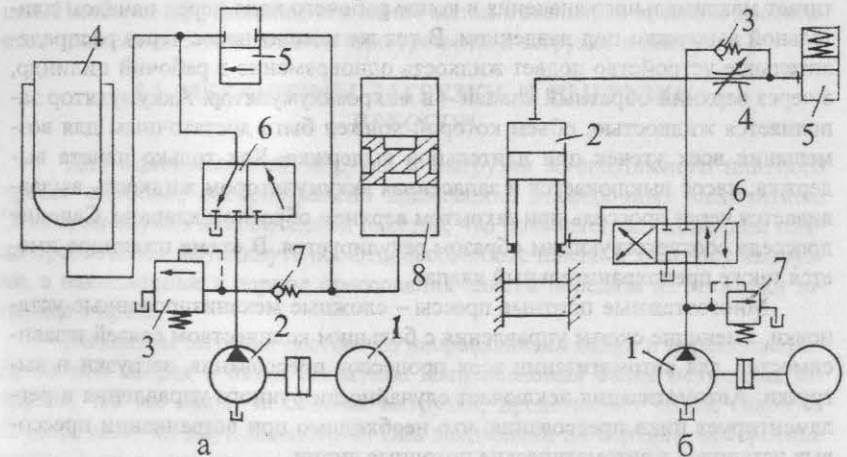


Рис. 111. Принципиальные схемы: а – комбинированного насосно-аккумуляторного привода: 1 – электродвигатель; 2 – насос; 3 – нагревательный клапан; 4 – плунжер; 5 – клапан управления аккумулятором; 6 – распределитель; 7 – обратный клапан; 8 – аккумулятор; б – привод для пресса цельнопрессованных изделий: 1 – насос; 2 – цилиндр пресса; 3 – обратный клапан; 4 – дроссель; 5 – микроаккумулятор; 6 – клапанный распределитель; 7 – предохранительный клапан

При прессовании термореактивных пластмасс необходимо выдерживать три параметра: давление, при котором производится прессование деталей, температуру, при которой происходит прессование, и продолжительность выдержки под давлением при заданной температуре.

В течение выдержки пресс только поддерживает давление в заданных пределах. Выдержку под давлением осуществляют способами, приведенными ниже. После получения в цилиндре пресса требуемого давления плотно перекрывают клапаны в распределительном устройстве и отключают на время выдержки рабочий цилиндр от насоса.

Однако усилие цилиндра вследствие утечек со временем падает, поэтому применение данного способа нецелесообразно. В другом способе для компенсации утечек жидкости через неплотности и для поддержания требуемого давления используют подпитывающий насос. При длительной выдержке под давлением это неэкономично, так как работа подпитывающего насоса лишь компенсирует утечки. В последнее время начали применять так называемый присоединенный аккумулятор (микроаккумулятор). Преимущество этого способа в том, что насос в гидроприводе лучше нагружен.

При рабочем ходе по мере нарастания сопротивления деформирования давление в рабочей полости цилиндра (рис. 111, б) повышается и достигает максимального значения в конце рабочего хода перед началом длительной выдержки под давлением. В тот же момент насос через распределительное устройство подает жидкость одновременно в рабочий цилиндр, а через верхний обратный клапан – в микроаккумулятор. Аккумулятор заполняется жидкостью, объем которой должен быть достаточным для возмещения всех утечек при длительной выдержке. Как только начата выдержка, насос выключается и запасенная аккумулятором жидкость выдавливается через дроссель при закрытом верхнем обратном клапане. Сечение дросселя соответствующим образом регулируется. В схеме цилиндра имеется также предохранительный клапан.

Многоэтажные плитные прессы – сложные механизированные установки, имеющие схемы управления с большим количеством связей и зависимостей для автоматизации всех процессов прессования, загрузки и выгрузки. Автоматизация исключает случайности ручного управления и регламентирует цикл прессования, что необходимо при встраивании прессовых установок в автоматические поточные линии.

Глава 5 ОКОЛОПРЕССОВАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ

Продолжительность цикла прессования плитных материалов складывается из времени прессования T_n и вспомогательного времени T_b :

$$T_u = T_n + T_b. \quad (125)$$

За время прессования T_n выполняются следующие операции: смыкание плит пресса, подъем давления до рабочего, выдержка при рабочем давлении и температуре и размыкание плит пресса. Время T_n определяется типом связующего, толщиной прессуемого материала, температурой греющих плит и другими технологическими факторами. Основные пути сокращения времени прессования – создание быстроотверждающихся клеев и смол, повышение температуры прессования и другие способы интенсификации. Время T_b определяется временем смыкания и размыкания плит пресса, временем загрузки сформированных для прессования пакетов в пресс и выгрузки материалов из пресса, т. е. степенью механизации. Степень механизации может характеризоваться коэффициентом $K_m = T_n / (T_n + T_b)$. Чем меньше T_b , тем больше коэффициент K_m и тем совершенней механизация. Наиболее эффективное снижение вспомогательного времени достигается применением механизмов одновременной загрузки и выгрузки.

§ 1. МЕХАНИЗМЫ ЗАГРУЗКИ И ВЫГРУЗКИ ПРЕССОВ

Для одновременной загрузки и выгрузки многоэтажного плитного пресса наиболее распространено применение этажерочных механизмов. Этажерки служат накопителями пакетов, что позволяет по окончании цикла прессования вытолкнуть все отпрессованные плиты в этажерку выгрузки, а накопленные в период прессования пакеты передать из этажерки загрузки в пресс.

Механизм загрузки состоит из направляющей балки и перемещаемого по ней вперед и назад толкателя. Направляющая балка механизма загрузки, так же как и механизма выгрузки, представляет собой сварную конструкцию из двух швеллеров. Она закреплена на верхней поперечине пресса и на рамах этажерки. На нижних полках швеллеров имеются рельсы, по которым перемещается толкатель, представляющий собой сварную пространственную конструкцию из двух стальных листов, связанных между собой уголками и образующих жесткую раму. Перемещается толкатель на катках, расположенных в его верхней части.

В отличие от механизмов загрузки механизмы выгрузки имеют в толкателе (рис. 112) приспособления для захвата пакетов при выгрузке их

из пресса. Две колонки, закрепленные на них кронштейны и два уголка, перекрывающие по высоте все этажи пресса, образуют два захвата. В конструкции применена горизонтальная штанга, перемещающаяся вперед и назад в направляющих втулках. Штанга вместе с закрепленной на ней втулкой-упором расположена между колонками так, что ролики поворотных кулачков прижаты пружиной к штанге. Это положение кулачков соответствует раскрытому положению захватов.

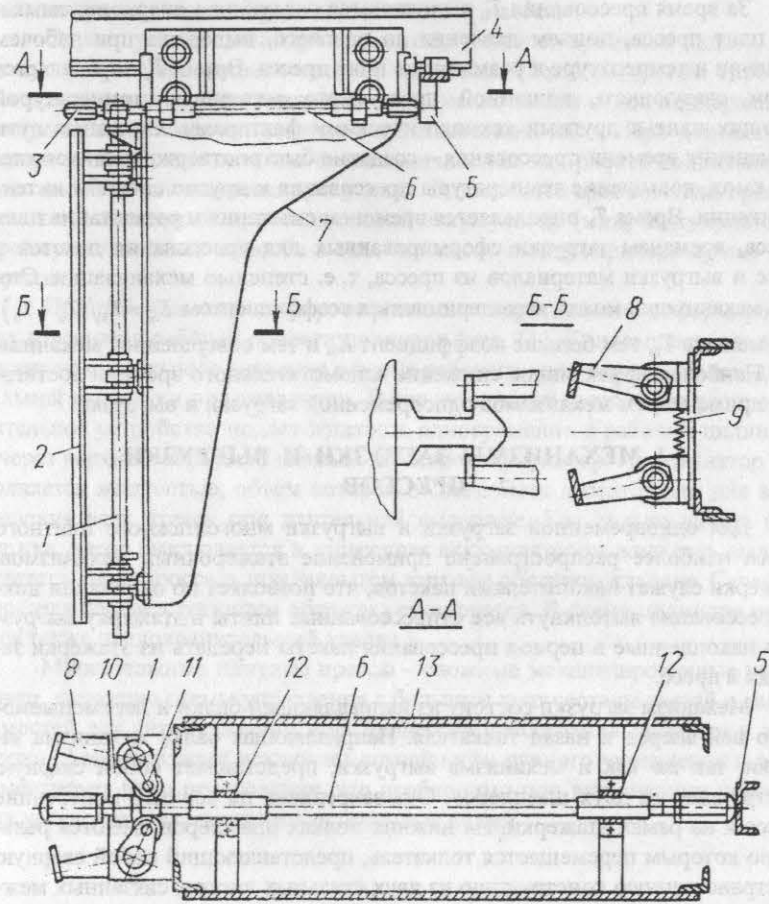


Рис. 112. Механизм загрузки и разгрузки пресса: 1 – колонка; 2 – уголок; 3 – упорный выступ; 4 – направляющая балка; 5 – упор; 6 – штанга; 7 – толкатель; 8 – захват; 9 – пружина; 10 – втулка-упор; 11 – поворотный кулачок; 12 – направляющие втулки; 13 – стальной лист

При работе механизма выгрузки, когда толкатель подходит к прессу, штанга, дойдя до упора, расположенного на прессе, перемещается назад. При этом втулка-упор, диаметр которой больше диаметра штанги, разводит кулачки, закрывая захваты. Толкатель отходит назад. Закрытое положение захватов фиксируется втулкой-упором. В заднем положении штанга от упора перемещается вперед и дает возможность пружине свести кулачки и развести захваты.

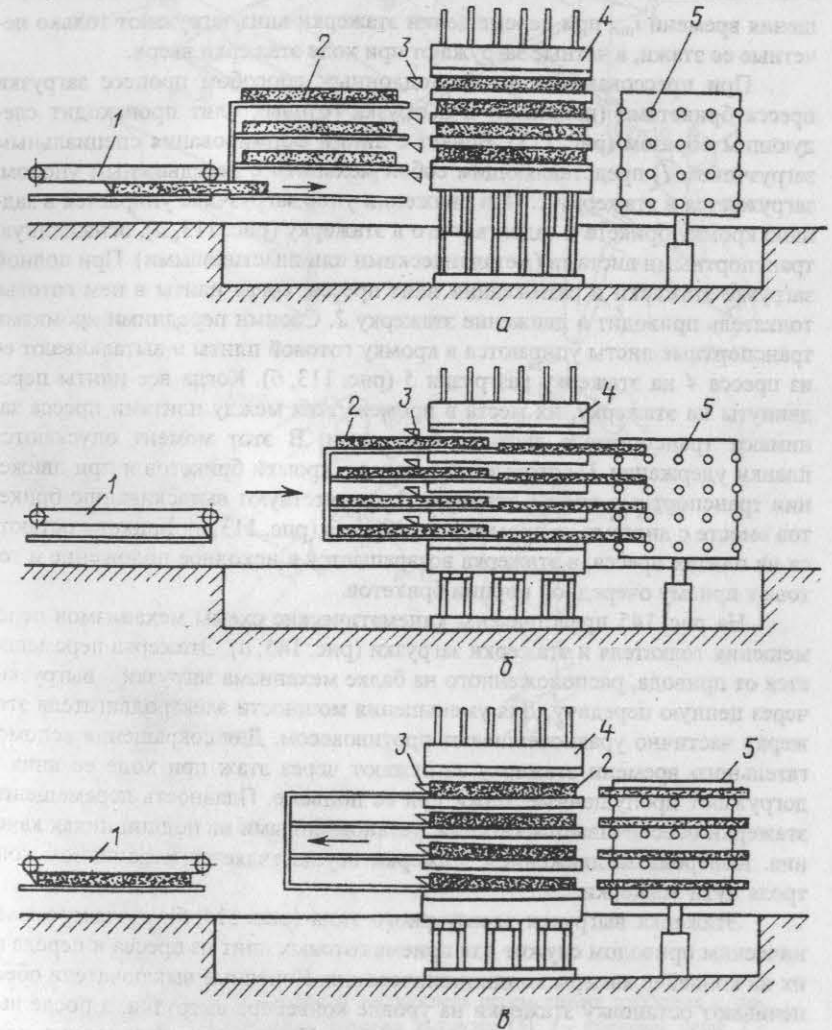


Рис. 113. Загрузка и выгрузка пресса

К прессу непрерывно, с интервалом t , подается подготовленный для прессования пакет. Прессовая установка принимает эти пакеты в этажерку с тем же интервалом времени. Ритм работы линии и этажерок определяется оптимальными скоростями перемещения рабочих органов и механизмов. Время перемещения рабочих органов и механизмов T_n должно быть таким, чтобы были обеспечены прием или выдача n пакетов за время t_{\min} , обеспечивающее минимальный цикл работы пресса: $t = t_{\min} n$. Для сокращения времени t_{\min} при перемещении этажерки вниз загружают только нечетные ее этажи, а четные загружают при ходе этажерки вверх.

При прессовании плит бесподдонным способом процесс загрузки пресса брикетами (пакетами) и выгрузка готовых плит происходит следующим образом (рис. 113). Брикет с линии формирования специальным загрузчиком 1, представляющим собой механизм с передвижным упором, загружается в этажерку 2. При движении упор загрузчика упирается в заднюю кромку брикета и задвигает его в этажерку (рис. 113, а), оснащенную транспортными листами (металлическими или пластиковыми). При полной загрузке этажерки и размыкании плит пресса, когда плиты в нем готовы, толкатель приводит в движение этажерку 2. Своими передними кромками транспортные листы упираются в кромку готовой плиты и выталкивают ее из пресса 4 на этажерку разгрузки 5 (рис. 113, б). Когда все плиты передвинуты на этажерку, их места в промежутках между плитами пресса занимают транспортные листы с брикетами. В этот момент опускаются планки удержания 3, которые упираются в кромки брикетов и при движении транспортных листов этажерки 2 препятствуют вытаскиванию брикетов вместе с листами из промежутков пресса (рис. 113, в). Брикеты остаются на плитах пресса, а этажерка возвращается в исходное положение и готова к приему очередной порции брикетов.

На рис. 145 представлены кинематические схемы механизмов перемещения толкателя и этажерки загрузки (рис. 145, а). Этажерка перемещается от привода, расположенного на балке механизма загрузки – выгрузки, через цепную передачу. Для уменьшения мощности электродвигателя этажерку частично уравновешивают противовесом. Для сокращения вспомогательного времени этажерку загружают через этаж при ходе ее вниз и догружают пропущенные этажи при ее подъеме. Плавность перемещения этажерки обеспечивается катками, установленными на подшипниках качения. Контроль за движением этажерки осуществляется механизмом контроля пути этажерки.

Этажерка выгрузки элеваторного типа (рис. 114, б), с электромеханическим приводом служит для приема готовых плит из пресса и передачи их на конвейер камеры кондиционирования. Конечные выключатели обеспечивают остановку этажерки на уровне конвейера выгрузки, а после выгрузки 20-го этажа – на уровне плит пресса. На вертикальных цепных конвейерах установлены полки для приема готовых плит.

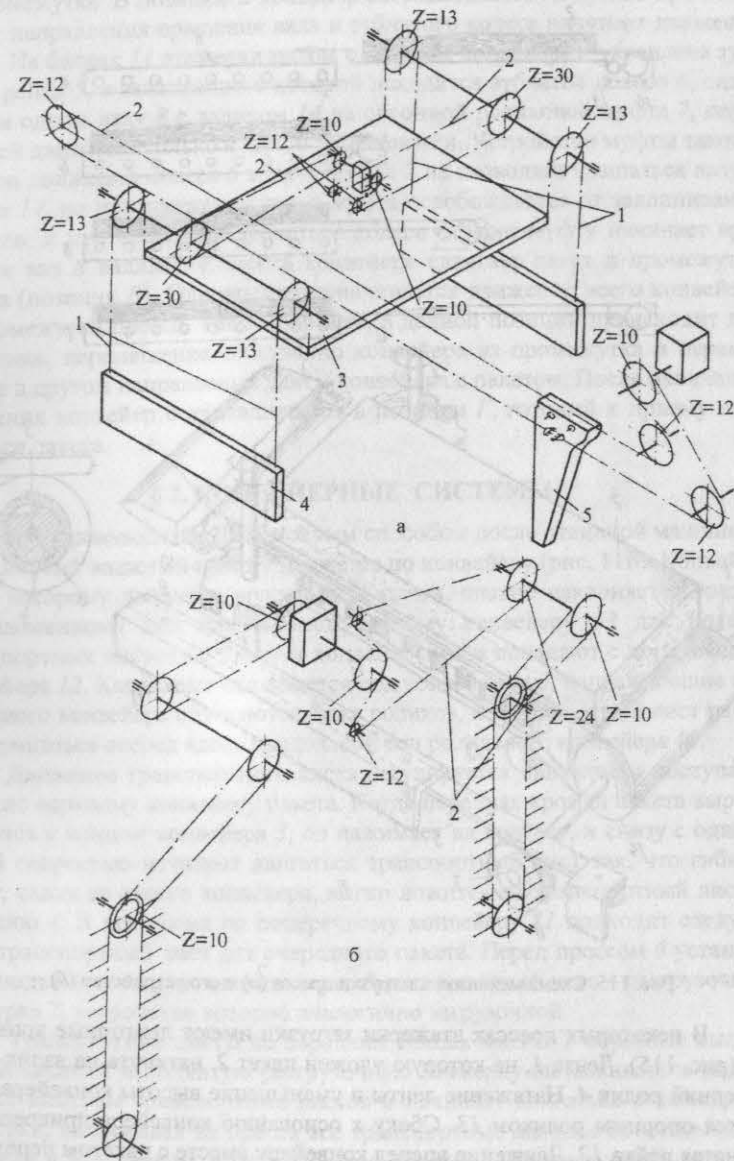


Рис. 114. Кинематические схемы механизмов перемещения толкателя и этажерки загрузки (а) и этажерки выгрузки (б); 1 – грузовые цепи; 2 – приводные цепи; 3 – этажерка; 4 – противовес; 5 – толкатель

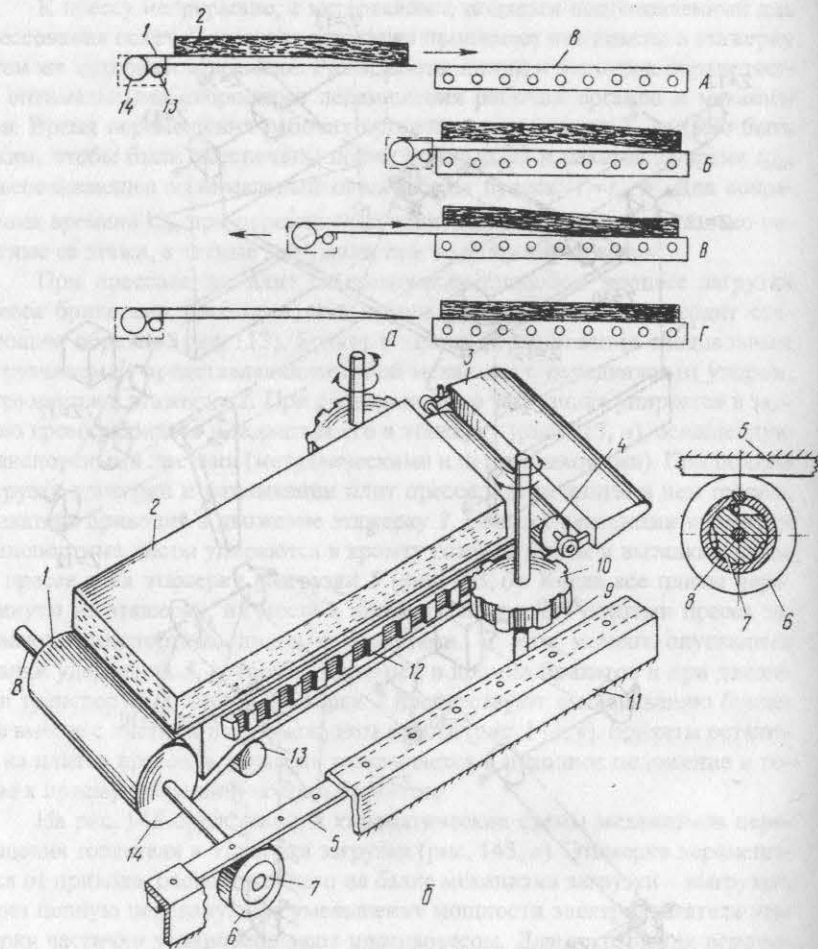


Рис. 115. Схема механизма загрузки пресса (а) и его устройство (б)

В некоторых прессах этажерки загрузки имеют ленточные конвейеры (рис. 115). Лента 1, на которую уложен пакет 2, натянута на валик 14 и передний ролик 4. Натяжение ленты и уменьшение высоты конвейера создается опорным роликом 13. Сбоку к основанию конвейера прикреплена зубчатая рейка 12. Движение вперед конвейеру вместе с пакетом передается от вала 9 через зубчатое колесо 10 на рейку 12. При включении вращения вала 9 конвейер начинает движение к прессу в его рабочий промежуток (рис. 115, а поз. А). Толкатель 3, установленный на шарнирах, скользит по поверхности плиты пресса и выталкивает своей кромкой готовую плиту

из промежутка. В позиции Б конвейер останавливается и тут же при изменении направления вращения вала и зубчатого колеса начинает движение назад. На балках 11 этажерки рядом с каждым конвейером укреплена зубчатая рейка 5, в зацеплении с которой находится зубчатое колесо 6, сидящее на одном валу 8 с валиком 14 на обгонной роликовой муфте 7, передающей движение только в одном направлении. Устройство муфты таково, что при движении колеса 6 вперед муфта 7 не позволяет вращаться валу 8 валика 14, но при движении назад муфта освобождается от заклинивания роликов, и при вращении зубчатого колеса 6 через муфту начинает вращаться вал 8 валика 14. Лента конвейера сдвигает пакет в промежуток пресса (позиция В). Одновременно начинается движение всего конвейера из промежутка пресса. Таким образом, в данной позиции происходит два движения: перемещение собственно конвейера из промежутка и перемещение в другом направлении ленты конвейера с пакетом. После окончания движения конвейер останавливается в позиции Г, готовый к приему очередного пакета.

§ 2. КОНВЕЙЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

При производстве ДВП мокрым способом после отливной машины 1 волокнистый влажный пакет 2 движется по конвейеру (рис. 116). Конвейер 3, по которому движется волокнистая плита, плавно наклоняется вниз к расположенному под ним промежуточному конвейеру 13 для подачи транспортных листов 10. На этот конвейер листы попадают с поперечного конвейера 12. Когда лист оказывается под конвейером 3, направляющие поперечного конвейера опускаются ниже роликов, и транспортный лист начинает двигаться вперед вдоль продольной оси роликового конвейера 12.

Движение транспортного листа регулируется движением поступающего по верхнему конвейеру пакета. Когда передняя кромка пакета выравнивается с концом конвейера 3, он нажимает на контакт, и снизу с одинаковой скоростью начинает двигаться транспортный лист так, что гибкий пакет, сходя со своего конвейера, мягко ложится на транспортный лист в позицию 4. В это время по поперечному конвейеру 11 подходит следующий транспортный лист для очередного пакета. Перед прессом 6 установлена подъемная загрузочная этажерка 5, а на выходе из него — разгрузочная этажерка 7, устройство которой аналогично загрузочной.

Транспортные листы на передних концах имеют Т-образные выступы. Вошедший в поднятую разгрузочную этажерку вытаскиватель захватывает выступы транспортных листов и начинает двигаться к выходу из этажерки, вытаскивая из пресса все транспортные листы с волокнистыми плитами и втягивая их в разгрузочную этажерку. Процесс отрегулирован так, что плиты вынимаются из пресса раньше, чем толкатель начинает загружать пакеты с другого его конца.

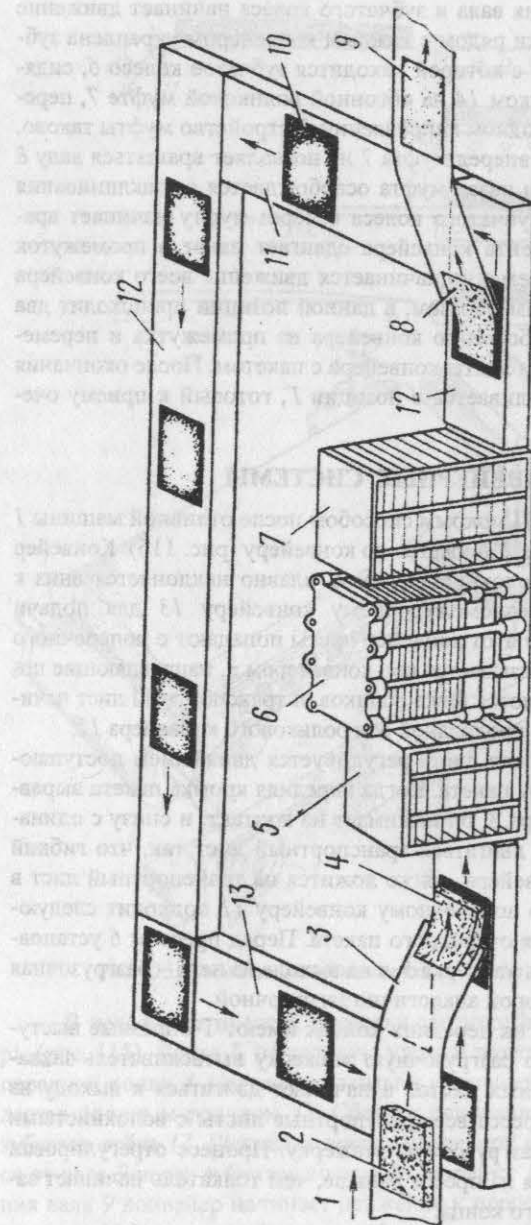


Рис. 116. Схема пресса для производства ДВП с околопрессовой механизацией

После выгрузки всех транспортных листов с готовыми плитами в разгрузочную этажерку включается механизм вертикального перемещения, и она начинает опускаться. Нижний транспортный лист перемещается на продольный конвейер 12, проходящий посредине этажерки, и выносится на роликовый конвейер. Здесь специальное устройство, состоящее из подсекающего ножа и передвигного вакуум-захвата, отделяет готовую твердую волокнистую плиту 8 от транспортного листа и направляет на верхний роликовый конвейер, а транспортный лист уходит на конвейер 11. Так при опускании разгрузочной этажерки из нее поочередно выгружаются все транспортные листы с готовыми плитами 9. Освобожденные от готовых волокнистых плит транспортные листы переносятся на конвейер 11, и транспортные листы возвращаются обратно.

Когда листы доходят до конца конвейера 12, они замыкают контакт, включающий подъем направляющих поперечного цепного конвейера 11. Цепи, поднимаясь выше роликового конвейера, подхватывают транспортный лист и переносят его под конвейер 3 отливной машины в исходное положение для укладки на него очередного пакета.

Гидравлический пресс закрыт защитным ограждением. Над прессом ограждение выполнено в виде зонта с вытяжной вентиляцией. Чтобы потери тепла, вытягиваемого вентиляцией вместе с нагретым у пресса воздухом и парами, были минимальны, вентиляционная установка пресса соединена с теплообменником, в котором горячие пары и воздух, отсасываемые от пресса, нагревают воздух, подаваемый в цех приточной вентиляцией.

§ 3. МЕХАНИЗМЫ ДЛЯ ОДНОВРЕМЕННОГО СМЫКАНИЯ ПЛИТ ПРЕССА

Существующие прессы имеют сравнительно низкие скорости смыкания плит, что отражается на производительности оборудования и качестве готовой продукции. Из-за неодновременного смыкания нагревательных плит в пакетах, расположенных на верхних этажах пресса, отверждение клея в наружных слоях начинается до начала наложения давления.

Технологически необходимо сократить продолжительность смыкания плит пресса до 8–10 с. Это может быть обеспечено значительным повышением скорости смыкания. Так, у 15–17-этажного пресса для ДСтП скорость смыкания плит должна быть 0,1–0,2 м/с. В результате такого повышения скорости воздушный поток, образующийся между стружечным ковром и плитой (особенно в момент их соприкосновения), вызывает раздувание стружки. Попадая на дистанционные планки, стружка при прессовании налипает на них, что приводит к получению стружечных плит разной толщины, а также к выходу из строя дистанционных планок и плит пресса. Чтобы избежать сдувания древесных частиц, необходимо при увеличении абсолютной скорости нижней поперечины (и самих плит) сделать невысокой относительную скорость сближения плит. Для обеспечения

одинаковой относительной скорости сближения плит необходимо, чтобы их абсолютные скорости различались на величину относительной скорости сближения. Иными словами, абсолютные скорости движения плит должны составлять арифметическую прогрессию с разностью $v_{см}$, определяемой по формуле

$$v_{см} = h/t_{см}, \quad (126)$$

где h – расстояние между двумя плитами; $t_{см}$ – время одновременного смыкания плит.

На рис. 117, а приведена схема одновременного смыкания плит с тросовым механизмом. Нагревательные плиты пресса подвешены на тросах 4, концы которых закреплены на ступенчатых шкивах 2. Шкивы приводятся во вращение тросом 5, который через блок скреплен с подвижной поперечиной пресса. Механизм приводит в движение одновременно все греющие плиты, так что абсолютные скорости перемещения плит, расположенных рядом, отличаются на постоянную величину, равную относительной скорости их сближения. Диаметры шкивов механизма одновременного смыкания рассчитывают с учетом получения определенных выше абсолютных скоростей движения греющих плит. Для своевременного останова шкивов предназначен храповик 3 с приводом. Для выравнивания движения плит имеется цилиндр-уравнитель 9 со штоком.

Наряду с тросовым механизмом одновременного смыкания имеются и другие механизмы, различающиеся по принципу действия. Наиболее широко распространены рычажные механизмы со штангами, подобные показанному на рис. 149, б. Этот механизм состоит из двух рычагов 3 и 5, шарнирно соединенных между собой и закрепленных на подвижной и верхней поперечинах. Несущие рычаги приводятся в движение с помощью приводных рычагов от подвижной поперечины. Штанги 2, на которых подвешены греющие плиты, сочленены с несущим рычагом 3 так, что размеры их плеч, так же как и диаметры шкивов тросового механизма, составляют арифметическую прогрессию с разностью равной минимальному плечу.

Несмотря на то, что рычажные механизмы достаточно громоздки, конструкция их предпочтительнее. Наличие значительного количества тросов снижает надежность механизма вследствие неравномерной вытяжки тросов и трудности регулирования ветвей.

Механизмы одновременного смыкания практически не выполняют своего основного назначения, т. е. одновременного смыкания всех греющих плит. Они обеспечивают лишь их одновременное движение с одинаковой относительной скоростью. Во-первых, межплитные промежутки имеют различные по абсолютной величине размеры и, во-вторых, стружечный ковер, загружаемый в пресс, также может иметь отклонения по величине.

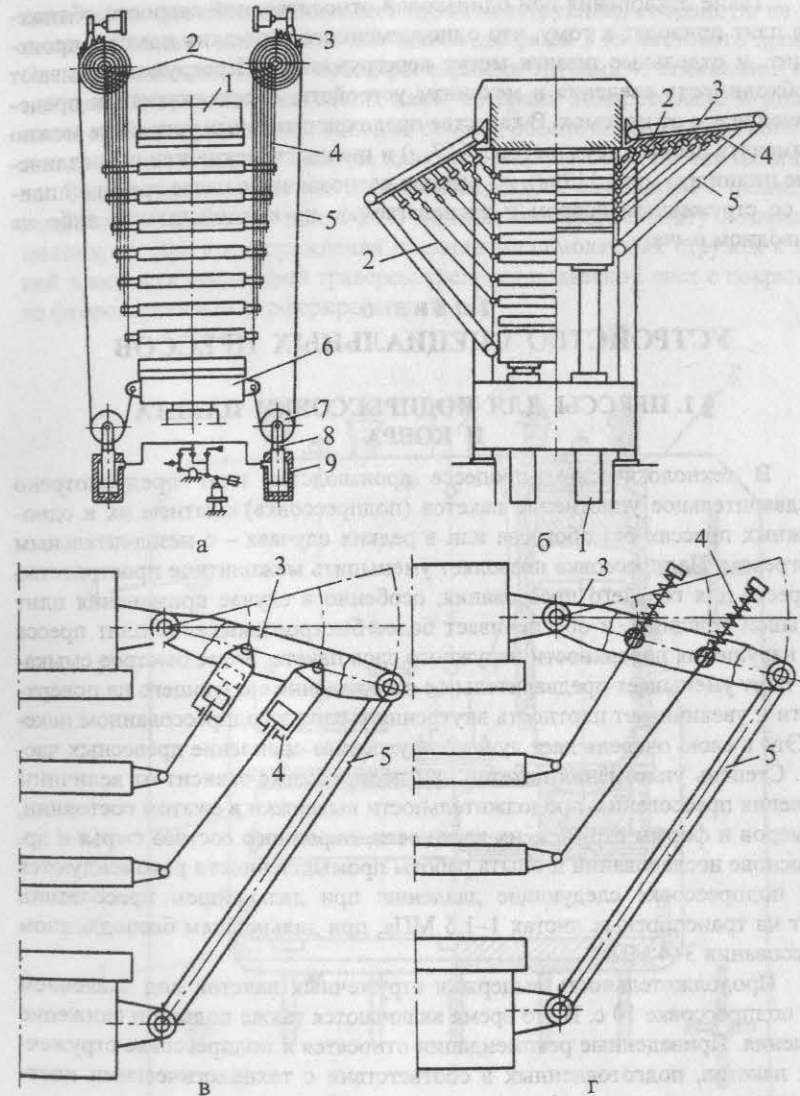


Рис. 117. Механизмы одновременного смыкания плит пресса: а – тросовый: 1 – верхний архитрав; 2 – ступенчатые шкивы; 3 – храповой механизм; 4 – тросы, удерживающие плиты; 5 – трос привода механизма; б – подвижный стол пресса; 7 – блок; 8 – шток плунжера; 9 – цилиндр-уравнитель; в, г – рычажные: 1 – гидроцилиндр пресса; 2 – штанги; 3, 5 – рычаги; 4 – уравнители

Такие отклонения при одинаковой относительной скорости сближения плит приводят к тому, что одновременного смыкания плит не происходит, и отдельные штанги могут перегружаться. Перегрузки вызывают необходимость введения в механизм устройств, обеспечивающих предохранение его от поломок. В качестве предохранительных устройств можно применять наборы пружин (рис. 117, з) и пневматические или гидравлические цилиндры (рис. 117, е), по усилию равнозначные массе греющей плиты со стружечным ковром и располагаемые на каждой штанге либо на приводном рычаге.

Глава 6 УСТРОЙСТВО СПЕЦИАЛЬНЫХ ПРЕССОВ

§ 1. ПРЕССЫ ДЛЯ ПОДПРЕССОВКИ ПАКЕТА И КОВРА

В технологическом процессе производства плит предусмотрено предварительное уплотнение пакетов (подпрессовка) сжатием их в одноэтажных прессах без обогрева или в редких случаях – с незначительным обогревом. Подпрессовка позволяет уменьшить межплитное пространство в прессе для горячего прессования, особенно в случае применения плит большой толщины, и обеспечивает более быстрое смыкание плит пресса без нарушения поверхности наружного слоя пакета. Более быстрое смыкание плит уменьшает предварительное отверждение связующего на поверхности и увеличивает плотность внутреннего слоя в подпрессованном пакете. Это в свою очередь дает лучшее внутреннее сцепление древесных частиц. Степень уплотнения пакетов при подпрессовке зависит от величины давления прессования, продолжительности выдержки в сжатом состоянии, размеров и формы стружек, их влажности, породного состава сырья и др. На основе исследований и опыта работы промышленности рекомендуются при подпрессовке следующие давления: при дальнейшем прессовании плит на транспортных листах 1–1,5 МПа, при дальнейшем бесподдонном прессовании 3–4 МПа.

Продолжительность выдержки стружечных пакетов под давлением при подпрессовке 10 с. В это время включаются также подъем и снижение давления. Приведенные рекомендации относятся к подпрессовке стружечных пакетов, подготовленных в соответствии с технологическими инструкциями.

Для подпрессовки пакетов применяют стационарные или подвижные одноэтажные прессы (при периодическом способе прессования), а для подпрессовки ковра – прессы непрерывного действия. Наибольшее распространение для подпрессовки пакетов получили стационарные одноэтажные прессы (рис. 118), состоящие из станины, подвижной траверсы и

цилиндров. Станина представляет собой конструкцию, собранную из трех секций. Каждая секция включает в себя две рамы 3 из листового проката. Секции соединены между собой распорными трубами 4, стяжками и нижней плитой 1, на которой лежит пакет во время подпрессовки. К нижней плите пресса прикреплены боковые ролики, обеспечивающие прямолинейное движение поддона. Рабочее давление в процессе создается цилиндрами 6, закрепленными по два в каждой секции. К плунжерам 7 цилиндров подвешена подвижная плита 2. В верхнее положение плиту возвращает цилиндр 5. Для предупреждения прилипания осмоленных стружек к нижней плоскости подвижной траверсы крепится подвесной лист с покрытием из фторопласта или перфорированный лист.

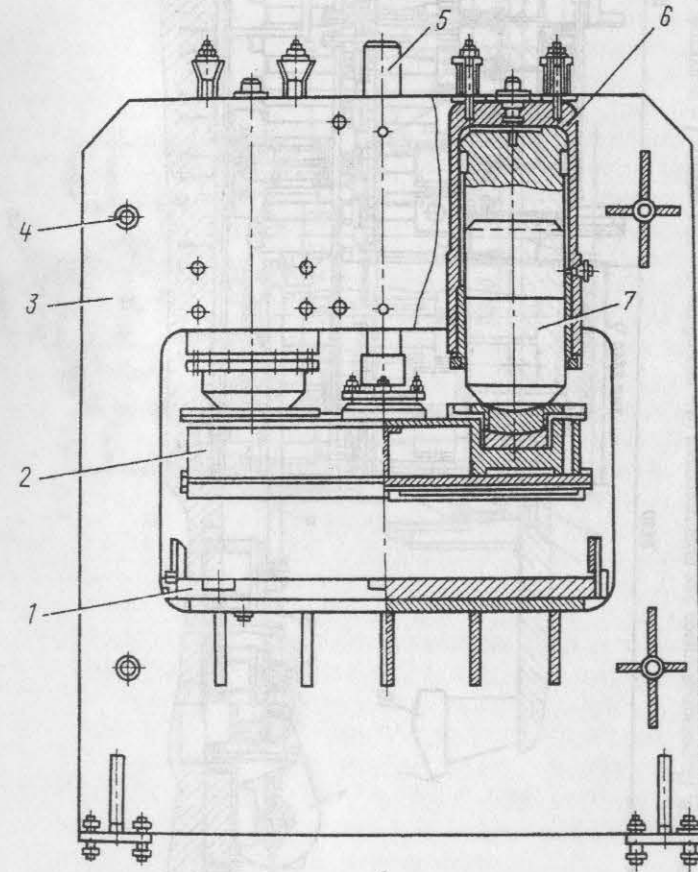


Рис. 118. Пресс для подпрессовки пакета ДСтП

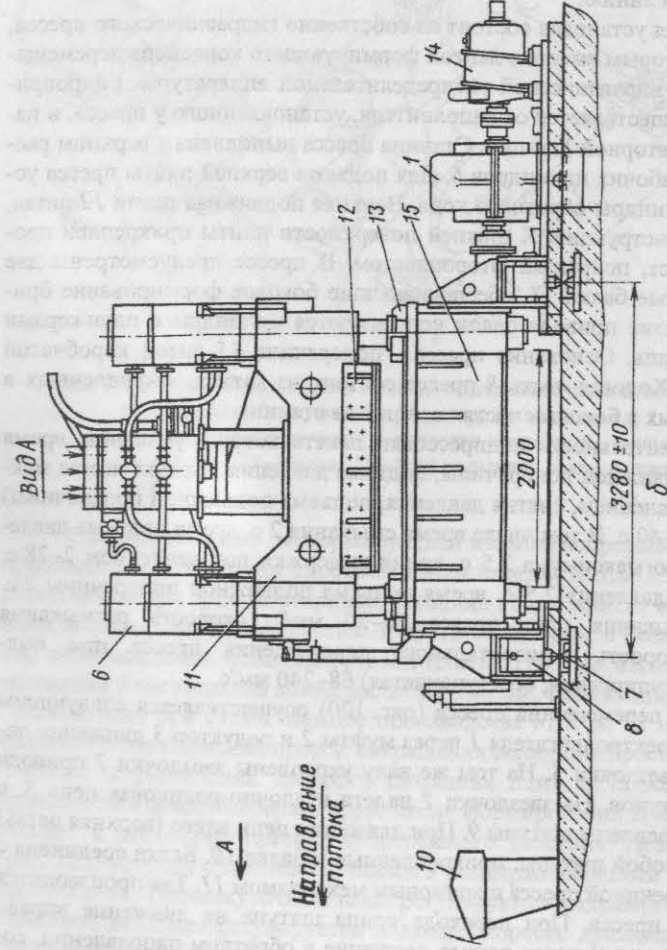
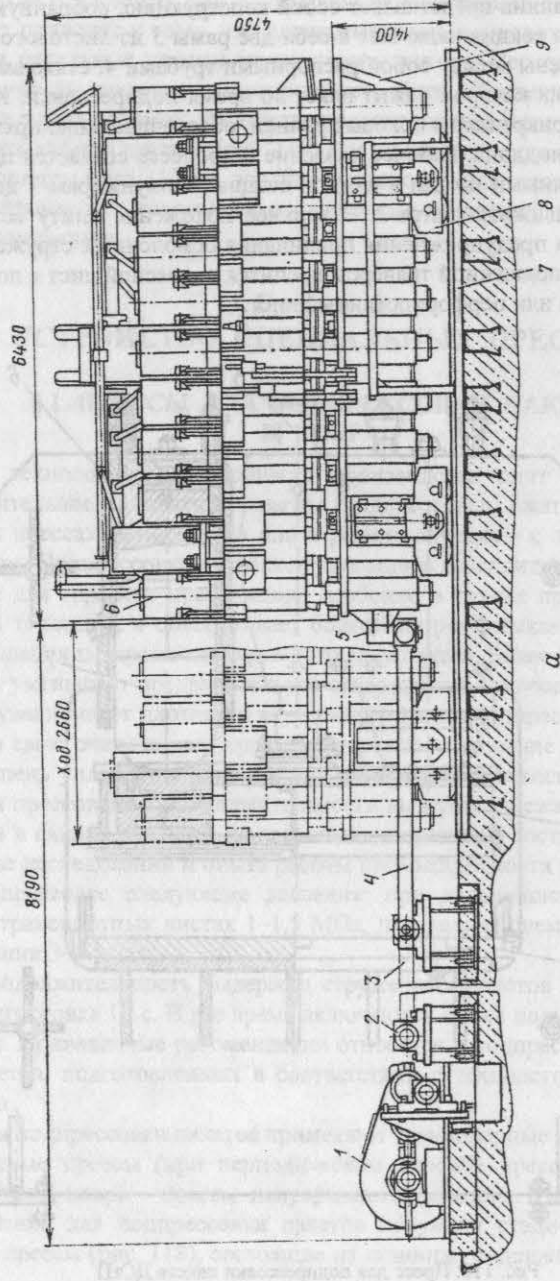


Рис. 119. Подвижный пресс для подпрессовки (а – вид сбоку, б – вид сзади): 1 – редуктор; 2 – подшипник; 3 – целая передача; 4 – шатун; 5 – крепление шатуна к прессу; 6 – цилиндр; 7 – рельсы; 8 – холодная часть; 9 – направляющие; 10 – пульт управления; 11 – подвижная поперечина; 12 – подвижная плита пресса; 13 – боковая балка; 14 – привод пресса; 15 – нижняя поперечина

Пакеты подпрессовываются автоматически. Для сокращения ритма работы автоматической линии по производству плитных материалов и создания большего давления при подпрессовке был разработан подвижный пресс усилием 40 000 кН (рис. 119). Пресс предназначен для предварительного прессования древесностружечного ковра с давлением до 4 МПа в линии бесподдонного прессования ДСтП. Пресс встраивают в автоматическую поточную линию.

Прессовая установка состоит из собственно гидравлического пресса, рельсов, по которым вместе с лентой формирующего конвейера перемещается пресс, и гидравлической распределительной аппаратуры. Гидропривод пресса осуществляется от наполнителя, установленного у пресса, и насосно-аккумуляторной станции. Станина пресса выполнена с верхним расположением рабочих цилиндров 6. Для подъема верхней плиты пресса установлены цилиндры обратного хода. Верхняя подвижная плита 12 литая, коробчатой конструкции. К нижней поверхности плиты прикреплен прокладочный лист, покрытый фторопластом. В прессе предусмотрены две ограничительные балки 13, обеспечивающие боковое формирование брикетов. В качестве привода балок используются цилиндры с плунжерами поршневого типа. Основание пресса – поперечина 15 литой коробчатой конструкции. Ходовая часть 8 пресса состоит из катков, закрепленных в опорах, отлитых в боковых частях основания станины.

Продолжительность подпрессовки пакета ковра (суммарное время опускания подвижной поперечины, подъема давления, выдержки под максимальным давлением, снятия давления, подъема подвижной поперечины) составляет 11–40 с. В том числе время смыкания 2 с, время подъема давления от нуля до максимума 2,5 с, время выдержки под давлением 2–28 с, время снятия давления 2,5 с, время подъема подвижной поперечины 2 с. Скорость смыкания плит пресса 20–30 мм/с, скорость размыкания 100 мм/с. Скорость горизонтального перемещения пресса при подпрессовке (регулируемая, бесступенчатая) 68–240 мм/с.

Привод перемещения пресса (рис. 120) осуществляется следующим образом. От электродвигателя 1 через муфты 2 и редуктор 3 движение передается на звездочки 5. На том же валу укреплены звездочки 7 привода движения шатунов. На звездочки 7 надета втулочно-роликовая цепь 8, к которой прикреплены шатуны 9. При движении цепи влево (верхняя ветвь) она тянет за собой шатуны, прикрепленные к балке 10. Балка соединена с нижней поперечиной пресса шарнирным механизмом 11. Так производится рабочий ход пресса. При переходе конца шатуна на движение вправо (нижняя ветвь цепи) пресс начнет движение в обратном направлении, совершая холостой ход.

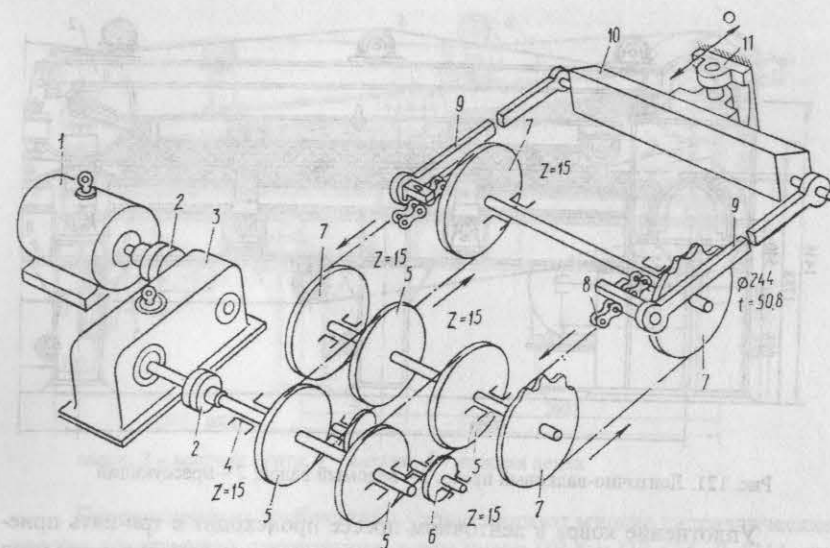


Рис. 120. Кинематическая схема привода подпрессовочного пресса: 1 – электродвигатель; 2 – муфта; 3 – редуктор; 4 – подшипник; 5 – звездочка; 6 – натяжная звездочка; 7 – звездочка привода; 8 – цепная передача; 9 – шатуны; 10 – балка; 11 – узел крепления балки к нижней поперечине

Сформированный на формирующей машине непрерывный ковер при производстве ДВП сухим способом имеет плотность 1,8–3,5 кг/м³ и легко рассыпается при транспортировке. Толщина ковра зависит от степени размола волокна, породного состава и других факторов, а главное, от заданной окончательной толщины готовой плиты. Так, при изготовлении плит толщиной 6 мм толщина ковра достигает 200 мм. Так как диапазон толщин готовых плит при сухом способе производства от 2 до 12 мм, для рационального использования пресса, сокращения величины просвета между его плитами и увеличения скорости смыкания плит, а также для лучшей транспортабельности ковра в пресс после формирования ковер подпрессовывают в ленточных прессах непрерывного действия. Ленточный пресс (рис. 121) устроен с промежуточными и поддерживающими валами в зоне прессования. Промежуточные валы регулируются гидравлически, причем линейное давление регулируется плавно. Скорость движения лент также регулируется плавно через тиристорное управление электродвигателя постоянного тока, который электрической схемой связан с электродвигателем постоянного тока формирующего конвейера.

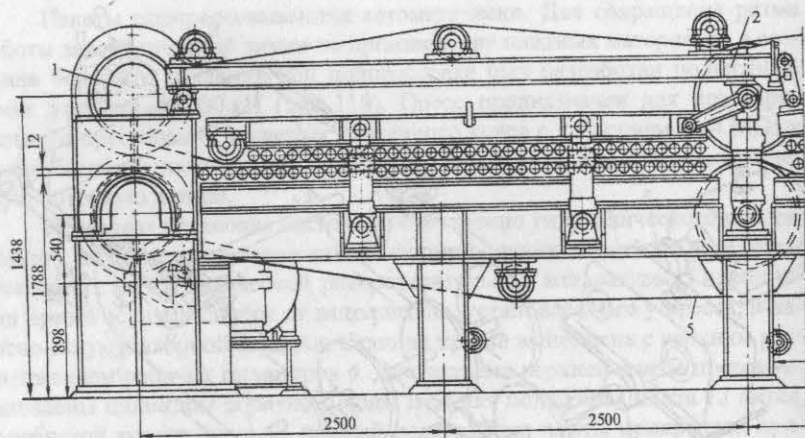


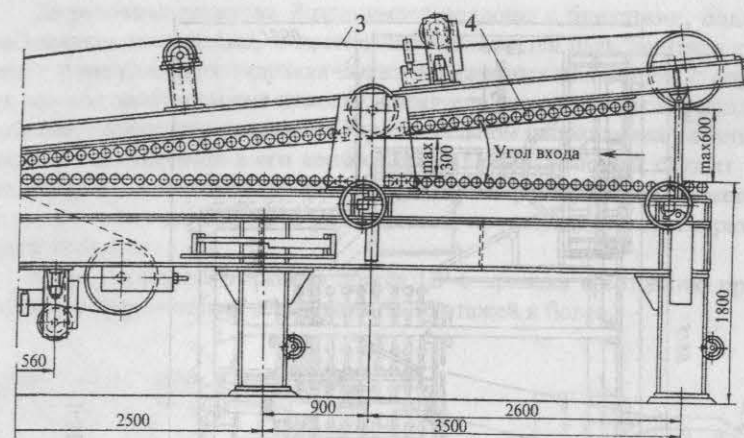
Рис. 121. Ленточно-валковый пресс: 1 – ведомый валок; 2 – прессующий

Уплотнение ковра в ленточном прессе происходит в три-пять приемов. Для плавного уплотнения и предотвращения сдвигов слоев ковра угол входа должен быть $5-10^\circ$. Удельное давление подпрессовки $0,1-0,15$ МПа. Давление нарастает постепенно, скорость регулируется от 9 до 50 м/мин.

§ 2. ПРЕССЫ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ ПЛИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Многоэтажные прессы. Для плоского прессования ДСтП требуются прессы с обогреваемыми плитами, отличающиеся значительным быстродействием в периоды смыкания и размыкания, а также в периоды подъема и снятия заданных давлений прессования. В период прессования в цилиндрах должно удерживаться очень высокое давление, необходимое для создания требуемых удельных давлений на плитах большой площади, к тому же одновременно прессуемых на нескольких этажах для увеличения производительности. Прессующие плиты таких прессов должны иметь равномерный обогрев, параллельное смыкание при их ровной поверхности, необходимой для обеспечения заданных допусков по ограничению разнотолщинности ДСтП.

Для обеспечения высокой производительности прессы и должного качества плитной продукции загружать и разгружать пресс надо быстро и одновременно во все рабочие промежутки, что важно для идентичности воздействия технологических факторов на все плиты одной запрессовки, а также для включения в ритм работы прессы через главный конвейер всех других машин и устройств, встроенных в автоматическую линию на участке формирования – прессования.



валок; 3 – верхняя лента; 4 – валики; 5 – нижняя лента

Перечисленным требованиям удовлетворяют многие гидравлические прессы для горячего прессования, в том числе ПР-6 и ПР-6М, Д-4744, являющиеся многоэтажными, т. е. прессующими одновременно в своих рабочих промежутках до 15–20 плит. Их изготавливают в комплекте с загрузочными и разгрузочными этажерками и вместе с ними встраивают в конвейеры. Станина прессы ПР-6 (рис. 122), состоящая из секций 4, стянутых с фундаментной рамой болтами, в нижней части содержит шесть цилиндров 9, плунжеры которых поднимают подвижную траверсу 5, действуя на нее через сферические опоры. Внутри станины подвешены горячие плиты прессы 6, имеющие каналы для пара, который поступает туда от парового коллектора через шарнирные трубопроводы или армированные гибкие шланги.

Для защиты станины от нагрева на ней ставят специальные охлаждаемые холодной водой плиты и теплоизоляцию в виде листов асбестового картона. Нагревательные плиты прессы имеют по четыре упора каждая, которыми они при размыкании (раскрытии прессы) опираются на уступы, закрепленные на станине. Для фиксации заданной толщины ДСтП сверху у продольных кромок плит прессы устанавливают дистанционные планки, толщина которых складывается из номинальной толщины плит, припуска на шлифование и толщины поддона. При переходе к прессованию плит другой толщины планки заменяют другими.

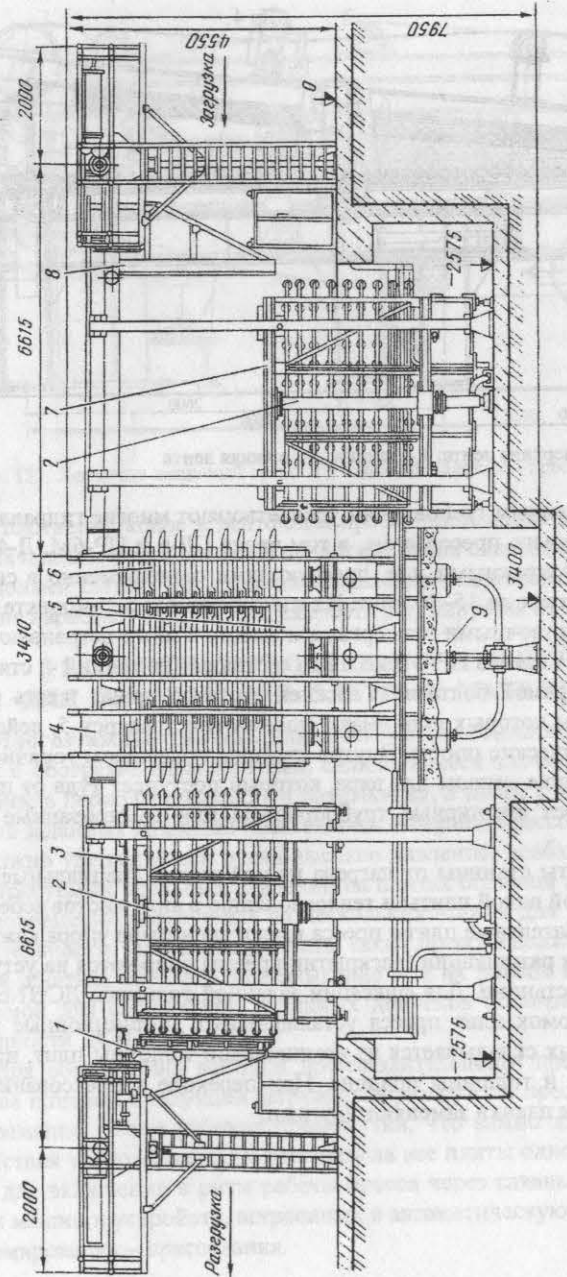


Рис. 122. Пресс ПР-6 для горячего прессования ДСтП

Загрузочная этажерка 7 принимает поддоны с брикетами, подаваемые главным конвейером, и постепенно заполняется ими, двигаясь снизу вверх с помощью двух гидравлических плунжерных цилиндров 2; опускается она под действием сил тяжести. Толкатель 8 перегружает все поддоны с плитами в пресс, перемещаясь в горизонтальном направлении на четырех катках, установленных в его верхней части. Направляющей служит продольная рама, доходящая до самого пресса. Из разгрузочной этажерки 3 поддоны с плитами извлекает разгрузчик 1, проходящий в проем разгрузочной этажерки.

Модернизация 9-этажного пресса ПР-6 привела к созданию пресса ПР-6М, в котором можно устанавливать 15 этажей и более.

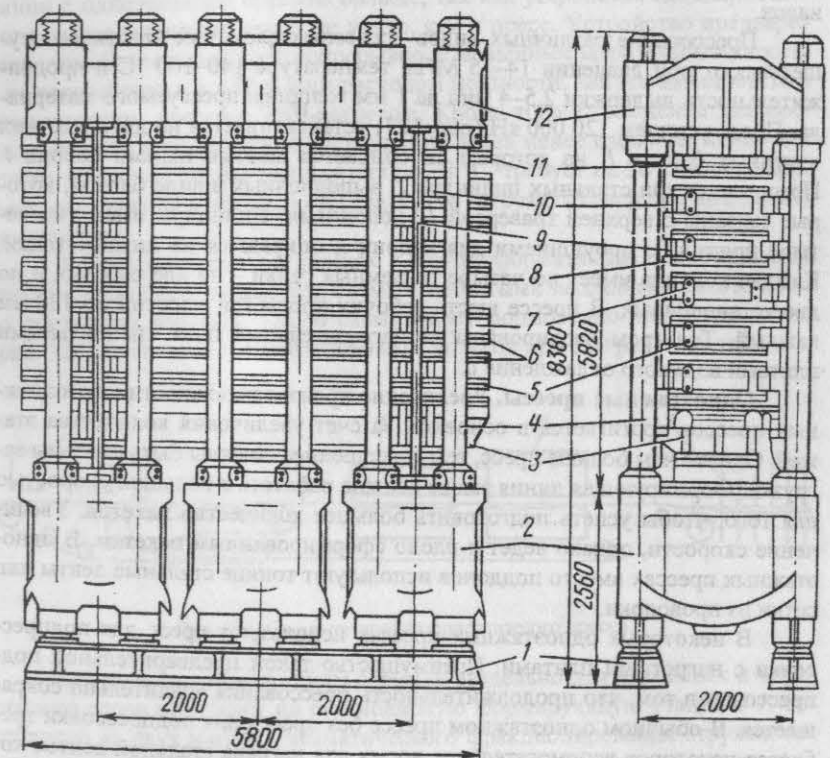


Рис. 123. Пресс для производства древеснослоистых пластиков: 1 – балка; 2 – цилиндр; 3 – подвижный стол; 4 – колонна; 5, 11 – нагревательные плиты; 6 – плиты охлаждения; 7 – плита жесткости; 8 – упор; 9 – опорная колонна; 10 – кронштейн; 12 – верхняя поперечина

Древесноволокнистые плиты изготавливают мокрым способом и способами сухого и полусухого формирования. Давление при прессовании плит – величина переменная. При мокром способе производства давление в начале процесса доводится до максимума (5–5,5 МПа). При сухом и полусухом формировании давление доводится до 7–8 МПа. Потребность в таких сравнительно высоких значениях давлений привела к созданию прессов с усилиями 40–70 МН и более. При 20–25 этажах прессы имеют большой габарит и массу.

Отличительная особенность прессов для производства ДВП – повышенная температура нагрева плит. Обычно она бывает не ниже 170 °С, а в некоторых случаях достигает 200–210 и даже 250–270 °С. Для более равномерного нагрева изготавливают плиты с продольным расположением каналов.

Прессование различных видов древесных слоистых пластиков осуществляют при давлении 14–15 МПа, температуре 140–160 °С и продолжительности выдержки 2,5–4 мин на 1 мм толщины прессуемого материала. Пресс усилием 120 000 кН (рис. 123) устанавливается на двух жестких чугунных балках 1, на которые он опирается шестью парами колонн 4. Пресс имеет три стальных цилиндра 2, выполненных в виде блоков, которые связаны с верхней траверсой 12 колоннами. Цилиндры имеют по четыре прилива с проушинами для колонн и опираются на нижние гайки. Каждая колонна имеет по четыре разъемных гайки – по две рабочих и по две установочных. В прессе шесть рабочих просветов высотой по 130 мм каждый. Траверсы изолированы от нагревательных плит специальными плитами водяного охлаждения 6.

Одноэтажные прессы. Увеличение производительности многоэтажных прессов достигается в основном за счет увеличения количества этажей. Однако чем больше пресс, тем совершеннее должны быть системы загрузки. Формирующая линия также должна работать с большой скоростью для того, чтобы успеть подготовить большее количество пакетов. Увеличение скорости, однако ведет к плохо сформированным пакетам. В одноэтажных прессах вместо поддонов используют тонкие стальные ленты или сетки из проволоки.

В некоторых одноэтажных прессах используют пресс для подпрессовки с нагретыми плитами. Преимущество такой предварительной подпрессовки в том, что продолжительность прессования значительно сокращается. В обычном одноэтажном прессе без прессы для подпрессовки требуется некоторое вспомогательное время для нагрева стальной ленты, когда она внесет в пресс новый пакет. В этом прессе также возможно обеспечивать различные уровни нагрева в верхней и нижней плитах с тем, чтобы сбалансировать подаваемое на пакет тепло, что обеспечивает симметричное распределение плотности по сечению плиты.

Раньше в линиях с одноэтажными прессами не устанавливали прессы для подпрессовки, считая, что просвета между плитами прессы для горячего прессования достаточно для толстого пакета. Однако оказалось, что подпрессованный пакет оказывает меньшее сопротивление сжатию в прессе. Таким образом, как только плиты прессы соприкасаются с пакетом, можно гораздо быстрее создавать давление. Плиты прессы, нагретые до высоких температур, обеспечивают быструю подачу тепла во внутренний слой, что обеспечивает довольно равномерное распределение плотности по всему сечению плиты по сравнению с плитами, которые прессуют при более низких температурах.

Другой способ для ускорения отверждения в прессе заключается в том, что ковер нагревают, используя камеру ТВЧ, до 70 °С. Общая длина линии с одноэтажным прессом больше, так как устройство предварительного нагрева занимает такое же место, как и пресс. Устройство предварительного обогрева работает непрерывно, с меньшими затратами мощности, а не периодически и с большим расходом мощности, как это имеет место в многоэтажном прессе с ТВЧ-нагревом. Кроме того, ограждение для предотвращения электромагнитной радиации здесь менее сложное. Ковер для плиты толщиной 16 мм, подогретый до 70 °С, требует на 50 с меньше времени нахождения в прессе, чем если в него загрузить ковер при комнатной температуре.

В последние годы в линиях с крупноформатными одноэтажными прессами начинают применять схемы с сетчатыми поддонами вместо схем со стальными лентами. Такую схему имеет формовочно-прессовая линия (рис. 124) производительностью 90 тыс. м³ в год при 260 рабочих днях.

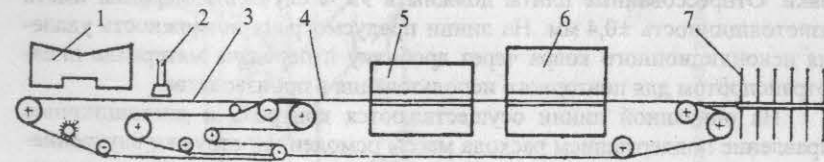


Рис. 124. Схема установки одноэтажного прессы

Смешанная со связующим стружка разделяется для наружных и внутреннего слоев поступает на стационарную формирующую станцию 1, состоящую из двух машин пневматического фракционирования стружки наружных слоев и одной машины с механическим рассеиванием стружки внутреннего слоя. Трехслойный ковер формируется на непрерывно движущейся сплошной ленте формирующего конвейера 3, образованной сетчатыми поддонами. Передняя кромка сетчатого поддона, накладываемая на заднюю кромку предыдущего поддона, оснащена буксирной планкой, выступающие концы которой служат упорами для захватов двух продоль-

ных транспортных цепей формирующего и последующих конвейеров формовочно-прессовой линии. На выходе из-под формирующей станции сплошная лента ковра разделяется на пакеты необходимой длины по месту наложения одного поддона на другой. Разделение ковра на пакеты производится синхронно движущейся с ковром установкой 2 за счет удаления участка ковра шириной около 360 мм.

После отделения стружечного пакета от непрерывной ленты ковра сетчатый поддон с этим пакетом подходит к цепному конвейеру 4, верхние ветви боковых цепей которого проходят через рабочее пространство периодически действующих прессов для подпрессовки 5 и горячего прессования 6. В момент подхода буксирной планки сетчатого поддона к захватам продольных цепей конвейера оба пресса раскрываются, включая привод конвейера, его захваты зацепляют упоры буксирной планки подошедшего сетчатого поддона с пакетом и с высокой скоростью подают его в пресс для подпрессовки. Одновременно этим же цепным конвейером вытаскивается из пресса для горячего прессования отпрессованная плита и в него загружается сетчатый поддон с брикетом.

На выходе из пресса для горячего прессования сетчатый поддон, отделяясь от плиты, захватами цепей конвейера увлекается вниз и под прессами возвращается к нижней ветви формирующего конвейера для подачи на формирование, а отпрессованная плита поступает в веерный охладитель 7, где ее температура снижается до 50 °С, далее – на форматный станок для продольной и поперечной обрезки и для раскроя на плиты конечных размеров. После раскроя плиты укладывают в пакеты и отправляют на склад для 1–2-суточной выдержки, откуда в случае необходимости они могут быть поданы на линию калибрования, чистового шлифования и сортировки. Отпрессованные плиты должны в 95 % случаев измерений иметь разнотолщинность $\pm 0,4$ мм. На линии предусмотрена возможность удаления некондиционного ковра через дробилку и передача материала пневмотранспортом для повторного использования в производстве.

На описанной линии осуществляются контроль и дистанционное управление поддержанием расхода массы осмоленной стружки внутреннего слоя в дозировочном бункере ленточного типа. Расход стружки в дозировочных бункерах наружных слоев по массе не регулируется (объемное дозирование).

Наличие на линии обогреваемого пресса для подпрессовки с температурой нижней и верхней плит соответственно 80 и 50 °С позволяет снизить продолжительность прессования до 7,5 с/мм. Давление подпрессовки составляет до 1 МПа. Верхняя плита пресса для подпрессовки оснащена стальным листом с тефлоновой пленкой, которая позволяет исключить прилипания стружки. Обогрев прессов осуществляется высокотемпературным органическим теплоносителем. Оперативный контроль массы и плотности сформированного ковра отсутствует, качество формирования косвенно характеризуется массой, вышедшей из пресса для горячего прессования плиты.

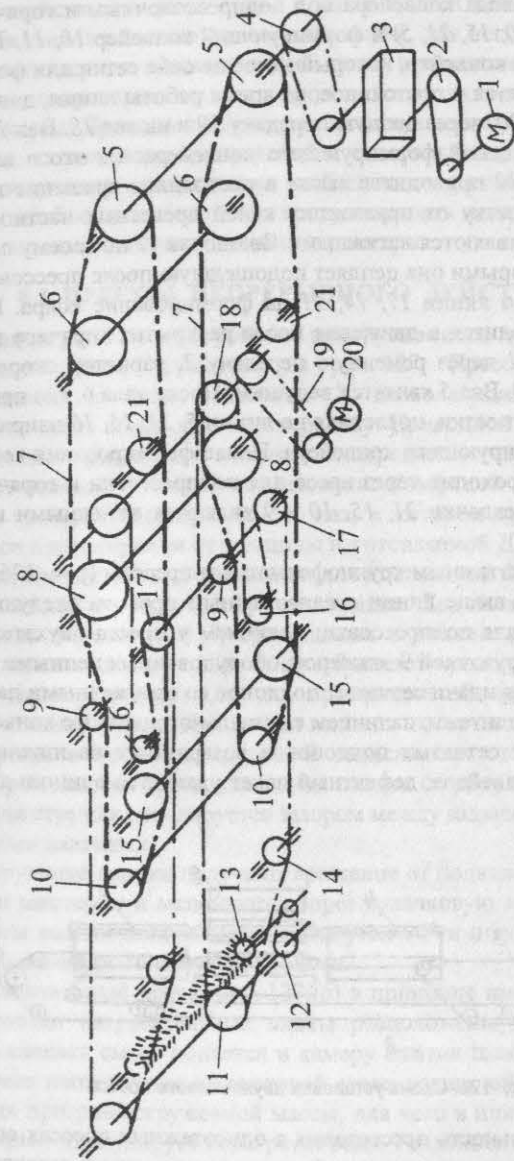


Рис. 125. Кинематическая схема привода формирующего и прессового конвейеров одноэтажного пресса

Кинематическая схема привода конвейеров одноэтажного пресса приведена на рис. 125. На рисунке жирной штрихпунктирной линией обозначена схема привода конвейера подпрессовочным и горячим прессом (5, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 21, 5) и формирующий конвейер 18, 11, 14, 17, 16, 18. Формирующий конвейер, который несет на себе сетки для формирования ковра, приводится в постоянное, во время работы линии, движение от электродвигателя 20, через цепную передачу 19 и на вал 18. Вал 11 является натяжным для цепей формирующего конвейера. От этого вала через цепную передачу 12 приводится также в постоянное вращение шетка 13, которая очищает сетку от прилипших к ней древесных частиц и пыли. Звездочки 14 и 16 являются натяжными. Звездочка 17 по своему периметру имеет зацепы, которыми она цепляет подошедшую после прессования сетку и направляет по линии 17, 14, 11 на формирование ковра. Конвейер прессования приводится в движение после раскрытия горячего пресса от электродвигателя 1 через ременную передачу 2, вариатор скоростей 3 и цепную передачу 4. Вал 5 является ведущим. После вала 6, где происходит отделение плиты от сетки, последняя по линии 5, 21, 15, 10 направляется к звездочке 17 формирующего конвейера. После формирования ковра сетка по линии 8, 7, 6 проходит через пресс для подпрессовки и горячий одноэтажный пресс. Звездочки 21, 15, 10 и 9 являются натяжными и направляющими.

Линия с двухэтажным крупноформатным прессом (рис. 126) отличается от описанной выше линии с одноэтажным прессом следующим: отсутствием пресса для подпрессовки; наличием у пресса двухэтажных загрузочной 4 и разгрузочной 9 этажерок, оборудованных цепными конвейерами для приема и выдачи сетчатых поддонов со стружечными пакетами и отпрессованными плитами; наличием специального цепного конвейера для отделения от плит сетчатых поддонов и возврата их на нижнюю ветвь формирующего конвейера; дефектный пакет удаляется с линии до подачи в пресс.

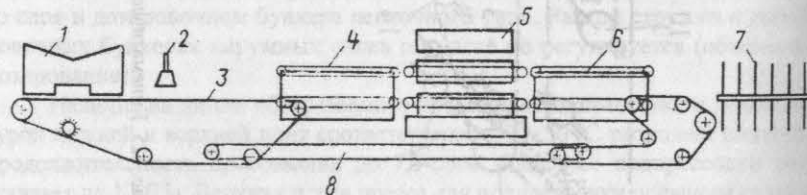


Рис. 126. Схема установки двухэтажного пресса

Продолжительность прессования в одноэтажных прессах составляет 0,13–0,16 мин/мм, что примерно в 2 раза меньше, чем в многоэтажных. Жесткие режимы прессования возможны при строгом соблюдении и высо-

кой стабильности технологических параметров по всему процессу производства. Наиболее жесткие требования предъявляются к качеству и стабильности свойств исходного сырья и материалов. Особое внимание уделяется стабильности состава древесного сырья, для чего необходимо постоянное равномерное перемешивание щепы и измельченных древесных отходов или дозированная подача в производство технологического сырья различных пород. Древесное сырье, подаваемое в производство, не должно иметь гнили, металлических включений и минеральных примесей.

Для получения продукции со стабильными физико-механическими свойствами необходимо постоянно контролировать и поддерживать автоматически основные технологические параметры.

§ 3. ПРЕССЫ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

Принцип работы и устройство экструзионного пресса. Кинематическая схема пресса приведена на рис. 127. Пресс приводится от электродвигателя 1 через вариатор 2, позволяющий бесступенчато регулировать число ходов пресса и передачу. Приводной вал пресса имеет два маховика 4. Движение маховиков передается через шатуны 12, посаженные нижней головкой на маховики. К верхней головке крепится подвижная траверса. Траверса имеет паз, в котором крепится пуансон, меняющийся в зависимости от толщины изготавливаемой ДСТП.

Механизм загрузки предназначен для постоянной и равномерной подачи проклеенной стружки в зону прессования. Два вала со штырями выполняют роль ворошителей 7, приводимых в движение электродвигателем 5. Два нижних дозирующих валика 8 имеют продольные пазы и равномерно подают стружку. Они же производят объемное дозирование стружечно-клеевой массы. Каждый из валиков имеет пять пазов – по три с одной стороны и по два с другой. В зависимости от толщины плиты стружки сбрасываются тремя или двумя пазами (грубая настройка). Более точно подача стружек регулируется зазором между задвижкой (шибером) и дозирующими валиками.

Дозирующие валики получают вращение от подвижной траверсы через рейку и шестерни и включаются через кулачковую муфту. При включении муфты валики поворачиваются на угол 90° и порция стружки высыпается по желобам 16 вниз под пуансон.

Горизонтальный пресс (рис. 127, б) в принципе имеет такое же устройство, только нагревательные плиты расположены горизонтально, а стружечно-клеевая смесь подается в камеру сжатия шплюзовым затвором. Плиты пресса изготовлены из листовой стали толщиной 40 мм и предназначены для прогрева стружечной массы, для чего в плите имеются каналы, по которым циркулирует перегретая вода. Теплоноситель подводится к плитам через гофрированные трубки в бронеоплетке.

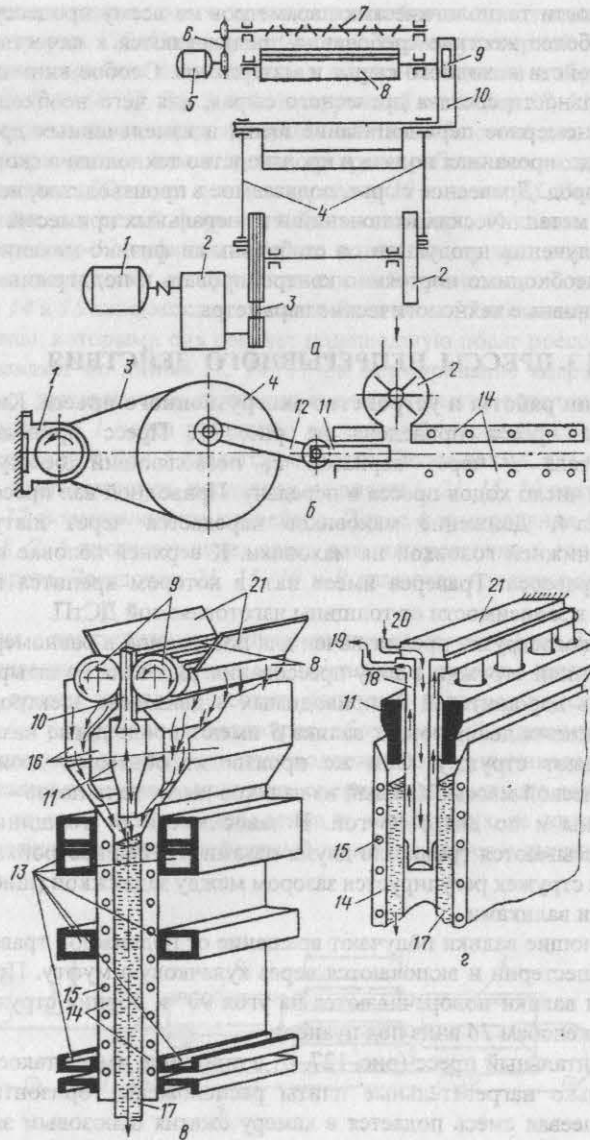


Рис. 127. Кинематическая схема экструзионного пресса: *а* – вертикального; *б* – горизонтального; *в* – при прессовании сплошных плит; *г* – при прессовании многопустотных плит; 1, 5 – электродвигатели; 2 – вариаторы; 3 – клиноременная передача; 4 – маховики; 6 – цепная передача; 7 – ворошитель; 8 – дозирующие валики; 9 – шестерни; 10 –

рейка; 11 – пуансон; 12 – шатун; 13 – нажимные балки; 14 – нагревательные плиты; 15 – канал для подвода теплоносителя; 16 – желоба; 17 – экструзионная плита; 18 – наружная труба коллектора; 19 – отвод воды; 20 – подвод горячей воды; 21 – опорная плита

Между плитами в зависимости от толщины изготавливаемой стружечной плиты ставят дистанционную планку-калибр. Плиты и дистанционные планки соединяют между собой стяжными болтами. В верхней части плит установлены хромированные пластинки длиной 200 мм для предохранения плит от истирания в камере прессования. Прессы для брикетирования древесных отходов выполняются по принципу действия, аналогичному применяемому в горизонтальных экструзионных прессах.

При выпуске многопустотных плит (рис. 127, *г*) заменяют пуансон пресса. Пустообразователь, состоящий из опорной плиты, несет на себе коллектор труб. Во внутреннюю трубу 20 подается теплоноситель, а через трубу 18 и патрубок 19 вода уносится к подогревателю. Стружечно-клеевая масса проталкивается пуансоном 11, совершающим поступательное движение относительно неподвижного пустообразователя. Таким образом будет сформирована плита с пустотами внутри.

Прессование плит в каландровом прессе. Предложен метод непрерывного прессования тонких ДСтП в каландровых прессах. В этих системах нет громоздкой линии формирования, загрузочно-разгрузочных устройств, обеспечиваются точность плит по толщине в пределах $\pm 0,2$ мм и высокое качество поверхности, что исключает необходимость калибровки и шлифования. Толщина плит меняется от 1,6 до 8 мм.

Пресс устроен следующим образом (рис. 128). Основное звено, формирующее плиту, – обогреваемый барабан 8. Ковер 4, насыпанный формирующей станцией 1, располагается на ленте 3, натянутой между направляющими 2, 10 и натяжным 9 валиками. При движении ленты ковер затягивается в промежуток между барабанами 5, 6 и 8, подпрессовывается барабанами давления 7 и при дальнейшем движении превращается в плиту в виде непрерывной ленты. По направляющей 11 она отправляется на обрезку кромок и по формату.

Процесс прессования плиты в каландровом прессе условно можно разделить на три зоны. В зазоре между барабаном 5 и главным валом 8 производится подпрессовка ковра. Это I зона уплотнения стружечного ковра. Необходимое давление прессования создается прижимными барабанами 5, 6, 7, установленными с определенным зазором относительно главного вала. В промежутках между соседними барабанами формирующаяся плита находится под давлением, создаваемым натяжением ленты. Давление прессования на прессующих барабанах зависит от зазора между главным валом и прижимными барабанами. Таким образом, зона II является зоной прессования. В зоне III (участок между последним прижимным

барабаном и выходом из пресса) формируемая плита находится под плавно снижаемым давлением, создаваемым за счет натяжения ленты.

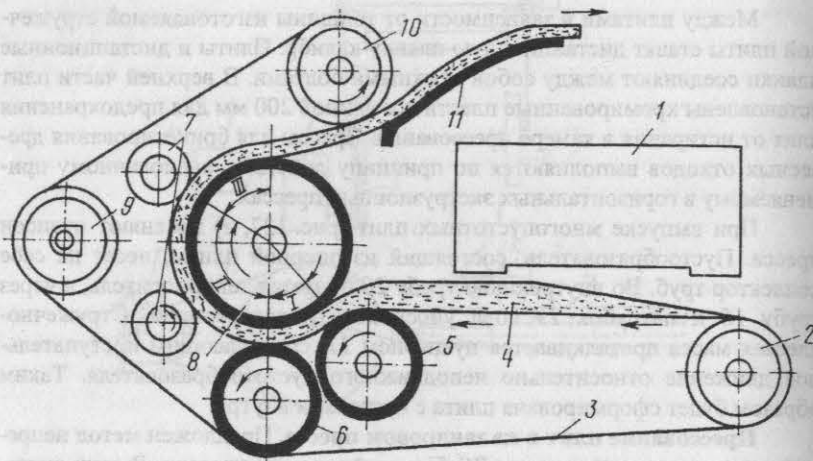


Рис. 128. Схема работы каландрового пресса

Прессование в ленточных прессах. Ленточный пресс (рис. 129) применяется для производства ДСтП, МДФ-плит, ламинатов высокого давления и т. п. Элементы 2 рамной конструкции изготовляют необходимой ширины как стандартные элементы. В зависимости от длины установки элементы рамной конструкции ставят друг за другом и собирают. Нижняя плита 10 пресса опирается на раму 7 и может служить столом пресса. Теплоотдачу от плиты пресса на раму предотвращают, применяя изолирующие элементы. Верхняя плита 3 пресса соединена с его подвижной поперечиной и может быть перестроена по высоте (в зависимости от требуемой толщины плиты). Настройка производится автоматической гидравлической системой, которая контролирует цилиндры и плунжеры. Цилиндры 4 подвешены к раме, плунжеры 5 укреплены к ползуну пресса.

Бесконечные стальные ленты 6 скользят по масляной пленке на верхней и нижней плитах пресса. В них предусмотрены вертикальные отверстия 8, 9, через которые масло продавливается в промежуток между плитой пресса и стальной лентой, с помощью системы насосов. Лента скользит по плитам пресса, ее механический износ сокращается до минимума.

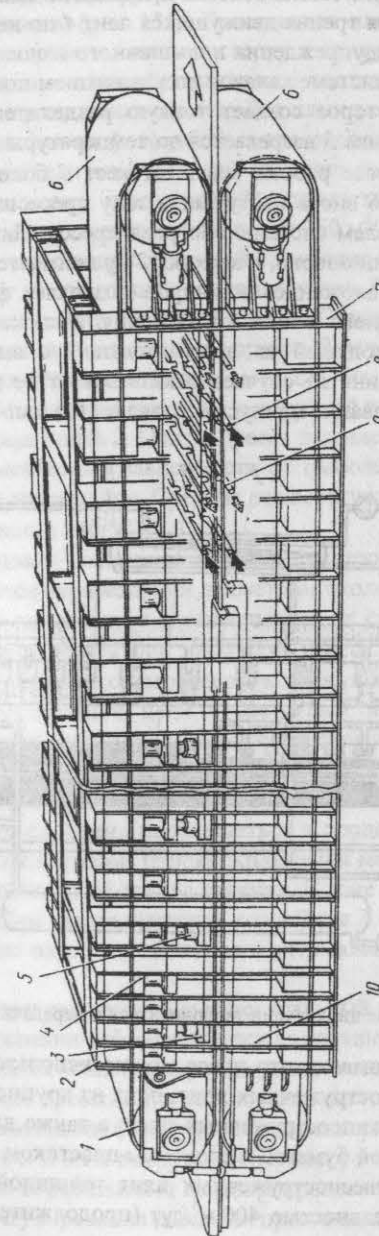


Рис. 129. Пресс непрерывного действия «Гидро-Дюно»

Схема циркуляции теплоносителя и передачи давления показана на рис. 130. Для снижения трения движущихся лент 4 по неподвижным прессующим плитам и предупреждения повышенного износа поверхностей их контакта в плитках по системе канавок под давлением подается высокотемпературное масло, которое создает тонкую разделительную смазочную пленку. Масляная пленка 5 нагревается до температуры прессующих плит 180...200 °С. В процессе работы масло стекает в боковые желоба и по замкнутой системе 1–6 вновь поступает в зону прессования, являясь в то же время теплоносителем системы обогрева пресса. Нижняя прессующая плита установлена стационарно, а верхняя 2 прижимается гидроцилиндрами 3. Групповое расположение цилиндров позволяет формировать зоны входа, высокого, среднего и низкого давления, а также регулировать конечную толщину выходящей из пресса плиты 7 с высокой точностью ($\pm 0,15$ мм) и в большинстве случаев отказаться от ее шлифования. При необходимости шлифования припуск составляет 0,6 мм.

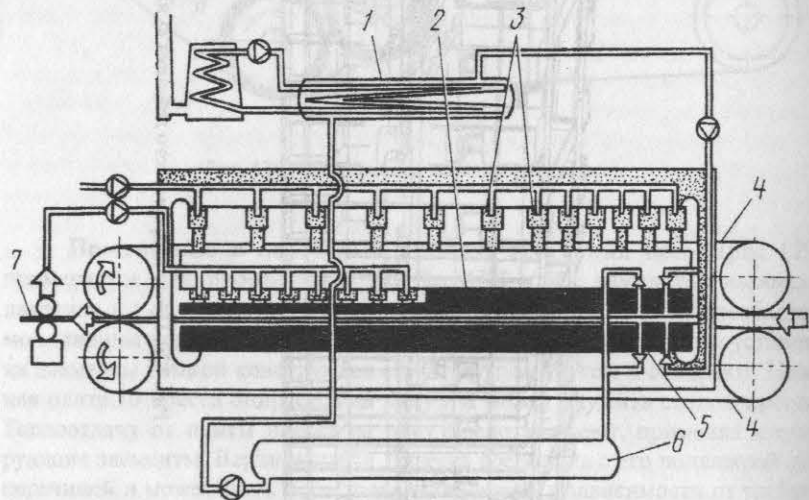


Рис. 130. Схема циркуляции теплоносителя и передачи давления

Специалисты считают, что пресс можно использовать в линиях по производству древесностружечных плит, плит из крупноразмерной ориентированной стружки, гипсостружечных плит, а также для облицовки указанных плит текстурной бумагой и слоистым пластиком. Предложен пресс для производства древесностружечных плит толщиной 16 мм, шириной 2 440 мм, производительностью 400 м³/сут (продолжительность прессования 5 с/мм толщины).

Разработаны прессы непрерывного действия для горячего прессования плитных материалов (рис. 131). Прессование плит происходит в одинаковых условиях нагрева и давления сверху и снизу брикета. Припуск на шлифование плит, полученных на этом прессе, составляет 0,4...0,6 мм, т. е. плиты имеют малую разнотолщинность. Для плитных материалов с ориентированными частицами на фенольной смоле продолжительность прессования 14 с/мм, производительность при толщине плит 9,5 мм 230 м³/сут. Для древесноволокнистых плит средней плотности продолжительность прессования 12 с/мм при производительности 250 м²/сут. При прессовании ДСтП производительность пресса длиной 23 м более 600 м³/сут.

Пресс состоит из следующих основных узлов. Гидроцилиндры 1 создают давление прессования по длине пресса. Станина состоит из рам 3, общее число которых зависит от длины пресса. В начале пресса (в зоне высокого давления) их больше, к концу – меньше. На столе 10 пресса установлена нижняя обогреваемая плита 11, а к верхней поперечине 4 крепится верхняя обогреваемая плита 2. Плиты пресса разделены на зоны, температура в которых изменяется в зависимости от требований технологии производства плитных материалов. Средняя температура плит пресса 200, а в зоне высокого давления 240 °С.

Пресс оборудован стальными лентами 5, которые приводятся в движение и натягиваются барабанами 9 диаметром около 2 м. Толщина стальных лент 2 мм; их температура в зависимости от скорости движения на 10...15 °С ниже соответствующей зоны плит пресса. Прессовое усилие от гидроцилиндров и плит пресса передается к движущимся стальным лентам через систему непрерывной цепи 6, состоящей из круглых стержней (рис. 132). Стержни имеют длину, равную ширине плит пресса; диаметр каждого стержня 15 мм, межосевое расстояние между стержнями 17 мм. Крепление стержней к приводным цепям позволяет им при нагреве, охлаждении и движении свободно перемещаться в продольном и поперечном направлениях. Таким образом, трение скольжения между стальной лентой и плитой пресса заменено на трение качения. В зоне загрузки брикета (см. рис. 131) установлены направляющие конвейеры 7 и 8, выравнивающие стержни и вводящие их в зону давления в оптимальном параллельном положении.

Гидроцилиндры давления имеют центральный гидравлический привод. Давление прессования обеспечивается по заданной программе. За зоной загрузки находится зона, в которой осуществляется дальнейшее прессование. В зоне после прессования установлена система перемещения клиновых прокладок, которыми фиксируется окончательная толщина древесностружечной плиты. В зоне выгрузки контролируется толщина плиты, полученные данные обрабатывают на микропроцессоре и используют для автоматического регулирования давления прессования и положения клиновых прокладок.

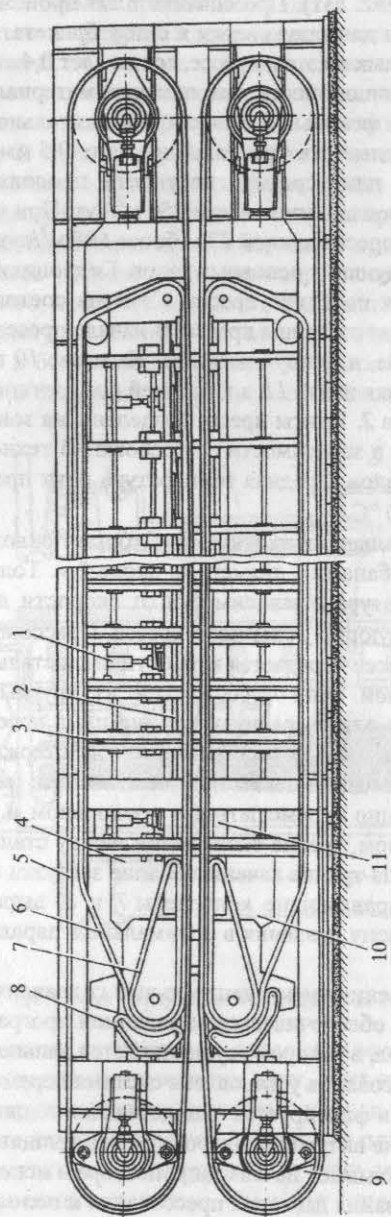


Рис. 131. Пресс непрерывного действия «Контироль»

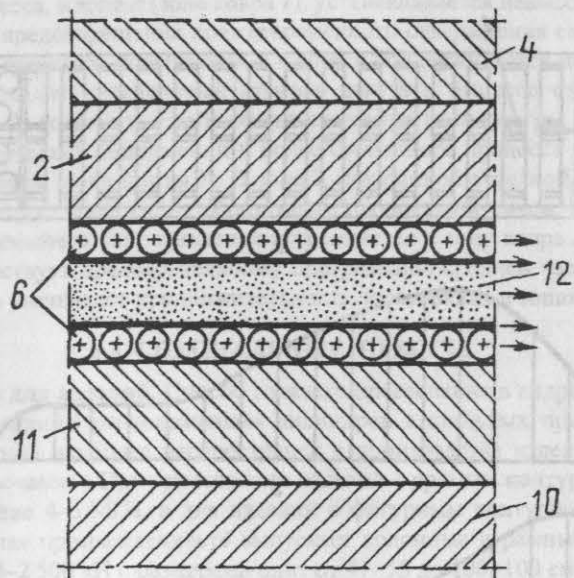


Рис. 132. Схема установки стержней

Технологическая схема производства плит на непрерывном прессе представлена на рис. 133. Формирующая станция 1 формирует на конвейере 6 ковер. После выхода из-под формирующих машин происходит постоянное взвешивание ковра на весах 2, детектором 3 контролируется толщина ковра и металлоискателем 4 извлекаются металлические включения. Пресс 5 служит для непрерывной подпрессовки ковра. Далее брикет поступает в зону загрузки непрерывного горячего пресса 7. На выходе из пресса детектором контролируется толщина древесностружечной плиты. На форматном станке 8 плиту обрезают по размерам и охлаждают в веерном охладителе 9.

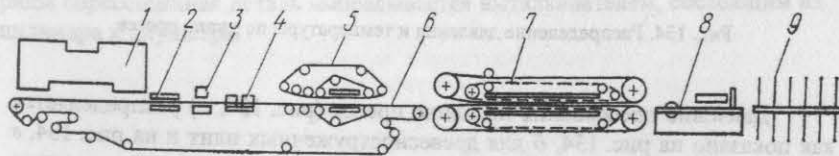


Рис. 133. Технологическая схема производства плит на непрерывном прессе

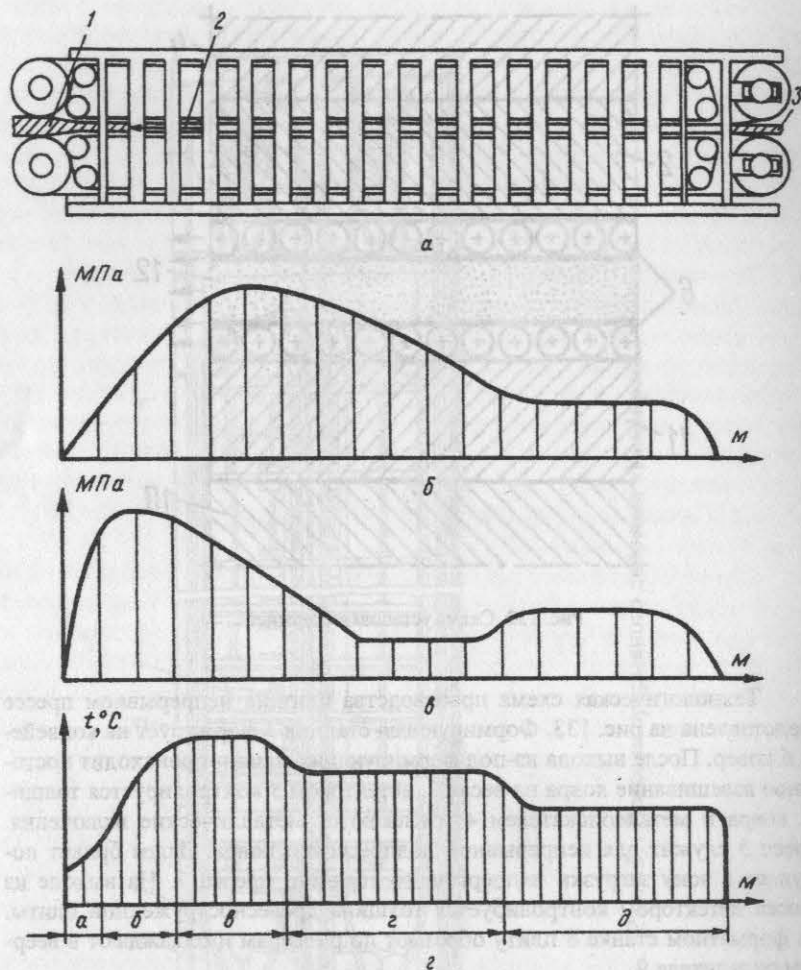


Рис. 134. Распределение давления и температуры по длине пресса

Давление прессования по длине пресса (рис. 134, а) распределяется как показано на рис. 134, б для древесностружечных плит и на рис. 134, в для древесноволокнистых плит средней плотности. Давление по длине пресса можно распределять согласно принятым для многоэтажных прессов диаграммам прессования и изменять его с помощью микропроцессорной техники. Можно назначать различные температурные значения (рис. 134, з).

В начале пресса, в зоне *a* (зона ковра 1), устанавливается невысокая температура, для предотвращения преждевременного отверждения связующего. В зоне *b* температура повышается и в зоне *в* поддерживается постоянной. Здесь происходит интенсивный прогрев пакета и быстрое отверждение связующего. В зонах *г* и *д* происходит снижение температуры для уменьшения термических напряжений и более свободного процесса выхода парогазовой смеси (зона плиты 3). В зоне 2, показанной стрелкой, при высокой температуре происходит образование парогазовой смеси, которая по линии наименьшего сопротивления устремляется в зону ковра 1 и тем самым способствует предварительному прогреванию средней части ковра и значительно уменьшает продолжительность прессования в зонах *в*, *г* и *д*.

§ 4. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРЕССЫ

Пресс для изделий. Способ горячего прессования в гидравлических прессах с верхним расположением цилиндров в стальных пресс-формах закрытого типа наиболее распространен в производстве изделий из древесной пресс-массы. При прессовании изделий с прямым контуром применяют давление 4–5 МПа, а для изделий с фигурным контуром 7–8 МПа. Отечественная промышленность выпускает колонные и рамные прессы с усилием 600–2 500 кН с размерами плит от 47×55 до 100×100 см.

Общий вид пресса колонной конструкции показан на рис. 135. Пресс установлен на фундаменте на стальные колонны. Для цилиндра выталкивателя в фундаменте имеется специальный приямок. Колонны разъемными гайками укреплены в нижней неподвижной поперечине. На колонны установлена верхняя неподвижная поперечина, которая служит основанием для рабочего цилиндра, смонтированного в нее вместе с плунжером. К плунжеру прикреплена подвижная поперечина, которая вместе с ним перемещается по колоннам. На колоннах установлены разъемные втулки, ограничивающие движение поперечин. Пресс-форма, состоящая из матрицы и пуансона, крепится болтами на основании пресса и на верхней подвижной поперечине.

Верхняя подвижная поперечина в исходное положение поднимается двумя цилиндрами обратного хода. При подъеме поперечины после окончания прессования вместе с ней поднимается и пуансон. Из открытой матрицы спрессованная деталь выбрасывается выталкивателем, состоящим из цилиндра и плунжера.

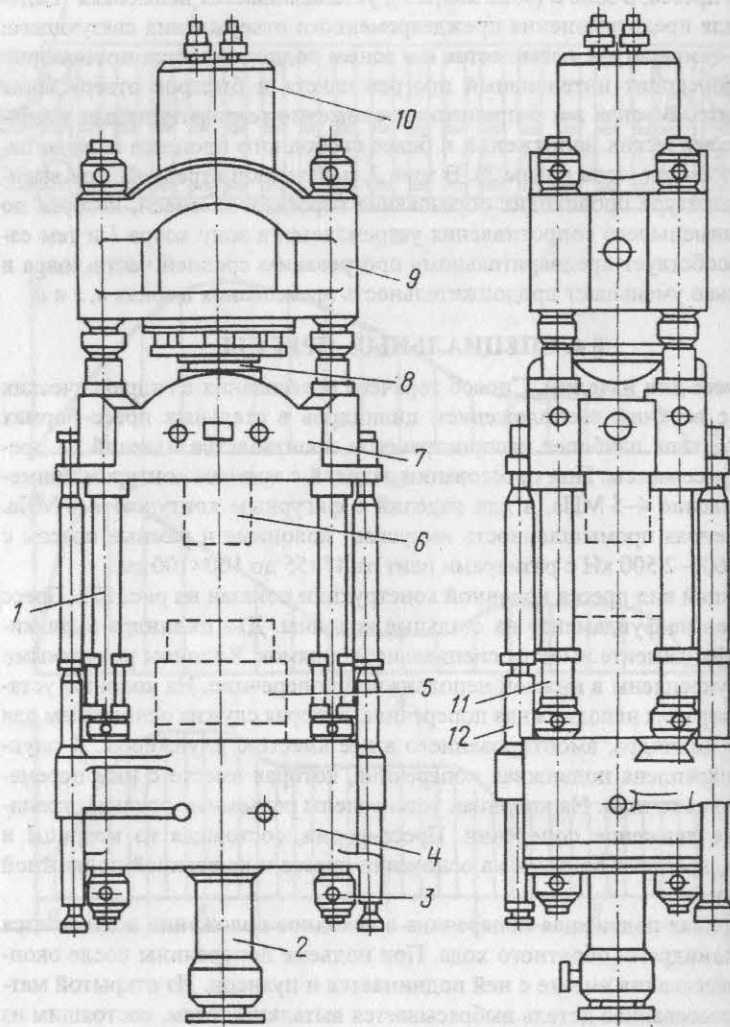


Рис. 135. Пресс для прессования изделий из измельченной древесины: 1 – колонка; 2 – цилиндр-выталкиватель; 3 – гайка; 4 – нижняя поперечина; 5 – матрица; 6 – пуансон; 7 – подвижная поперечина; 8 – плунжер; 9 – верхняя поперечина; 10 – цилиндр; 11 – втулка; 12 – цилиндр подъема

§ 5. РАСЧЕТЫ ПРЕССОВ

Производительность прессов. Производительность завода определяется производительностью пресса как основного агрегата. Перед тем как определить производительность пресса, необходимо установить режим прессования материала, рассчитать продолжительность выдержки при прессовании, выбрать пресс по технической характеристике, принять режим работы цеха. Производительность пресса периодического действия определяют по формуле

$$Q = \frac{TnFSK_n}{(\tau_{\text{выд}} + \tau_e)1000}, \quad (127)$$

где T – продолжительность работы пресса; n – число рабочих промежутков пресса (выбирается по технической характеристике пресса); F – площадь прессуемого материала, м^2 (определяется размерами плит пресса); S – толщина материала после прессования, мм; K_n – коэффициент использования линии прессования; $\tau_{\text{выд}}$ – расчетное время выдержки материала в прессе, мин; τ_e – время на вспомогательные операции при прессовании, мин.

Производительность прессов непрерывного действия определяют по формуле

$$Q = 60TBSvK_n1000, \quad (128)$$

где B – ширина прессуемого материала, м; v – скорость прессования, м/мин.

Расчет эффективного усилия пресса. На пресс во время его рабочего хода действуют следующие силы: P_u – усилие от давления рабочей жидкости в цилиндре пресса на плунжер (это усилие определяют как номинальное усилие пресса); G – усилие для преодоления массы подвижных частей пресса; P – усилие сопротивления пакетов, находящихся на плитах пресса; T – потери на трение в уплотнениях основных и вспомогательных цилиндров; G_1 – усилие для преодоления массы пакетов и поддонов.

Для этой системы составим уравнение Д'Аламбера

$$m \frac{dv}{dt} = P_u - G - P - T - G_1, \quad (129)$$

где m – масса подвижных частей пресса.

Номинальное усилие пресса

$$P_u = P\pi D^2 n / 4, \quad (130)$$

где P – давление рабочей жидкости в цилиндре; D – диаметр плунжера; n – число плунжеров.

При манжетном уплотнении манжета прижимается с поверхности плунжера давлением рабочей жидкости. Потери на трение в уплотнениях из кожаных манжет

$$T = \pi DhPfn,$$

где h – высота соприкосновения манжет с плунжером; f – коэффициент трения материала манжет и плунжера (для кожи $f = 0,06 \dots 0,08$, для резины $f = 0,1 \dots 0,2$).

Потери на трение в уплотнениях при манжетах из полихлорвинила

$$T = \pi Dhf(q + P)^{0,6} n,$$

где f – коэффициент трения равный $0,35 \dots 0,45$; q – контактное давление от предварительного натяга манжет (принимается $1 \dots 2$ МПа).

В массу подвижных частей пресса входит масса подвижного стола, плит пресса, дистанционных планок, часть теплопроводящей арматуры, а также (если она установлена) масса отдельных частей механизма одновременного смыкания плит пресса. В массу изделия входят при поддонном способе прессования масса поддонов и масса всех пакетов.

Рассмотрим установившийся ход пресса, когда $dv/dt = 0$. Подставляя полученные выражения получим: $P\pi D^2 n/4 - G - P - T - G_1 = 0$. При решении данного уравнения относительно P получим эффективное усилие пресса, а при решении относительно D получим диаметр плунжера, необходимый для передачи этого усилия. При проектировании нового пресса усилие P обычно задается или определяется из выражения

$$P = Fq, \quad (131)$$

где F – площадь прессуемого изделия (плиты), m^2 ; q – удельное давление, необходимое для преодоления сил сопротивления пакета прессованию (зависит от многих технологических факторов и определяется опытным путем), МПа.

При определении эффективного усилия P действующего пресса остается неизвестным p – установившееся давление жидкости в рабочем цилиндре, но зато известно давление в аккумуляторе P_a . Для определения давления, устанавливающегося в рабочем цилиндре, следует учесть потери давления при движении жидкости по трубам от аккумулятора до рабочего цилиндра пресса. Отношение эффективного усилия к номинальному называют коэффициентом полезного действия пресса.

§ 6. РАСЧЕТ ПРЕССОВ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

Мощность привода ленточного пресса. Основными выходными данными для расчета параметров, например, пресса типа «Контироль» (рис. 131) являются скорость движения ленты V , или производительность Q пресса, заданная толщина готовой плиты S , плотность плиты $P_{пл}$ и плотность ковра после подпрессовки P_k . Определению подлежат диаметр приводных барабанов D_b , толщина ленты h , диаметр стержней (роликов) d_r , а также мощность привода пресса.

Рабочая длина пресса равна

$$L = \tau_n \cdot V, \quad (132)$$

где τ_n – время прессования, с;
 V – скорость движения ленты, м/с.

Время прессования определяется как

$$\tau_n = S \alpha(T, \rho), \quad (133)$$

где S – толщина готовой плиты, мм;

$\alpha(T, \rho)$ – удельная продолжительность прессования, зависящая от температуры лент пресса и плотности плиты, определяется из технологических соображений и составляет $5 \dots 7$ с/мм.

Минимальный диаметр приводных и прессующих барабанов D_{min} определяется из условия прочности ковра при его входе в пресс:

$$D_{min} = \frac{2S \sqrt{1 + K_{тр}^2 \left(\frac{\rho_{пл}}{\rho_k} - 1 \right)}}{\sqrt{1 - K_{тр}^2 - 1}}, \quad (134)$$

где $K_{тр}$ – коэффициент трения древесностружечного ковра о прессующую ленту. Может быть определен (рис. 136) в зависимости от температуры ленты и степени осмоления древесных частиц;

$\rho_{пл}$ – плотность готовой плиты, kg/m^3 , обычно задается;

ρ_k – плотность ковра до входа его в пресс, kg/m^3 ; Зависит от влажности частиц, их вида и составляет примерно $100 \dots 180$ kg/m^3 .

Исходя из конструктивных соображений рекомендуется D_{min} увеличить, что позволит снизить напряжения в стальной ленте.

Тяговый расчет ленточного пресса ведется аналогично расчету ленточного конвейера. Расчетная схема показана на рис. 137. Тяговый расчет можно проводить двумя наиболее известными способами.

Первый способ. Тяговый расчет выполняют методом обхода трассы ленты по точкам от сбегавшей ветви по ходу движения ленты, по которому суммируют все силы сопротивлений, возникающих при движении ленты.

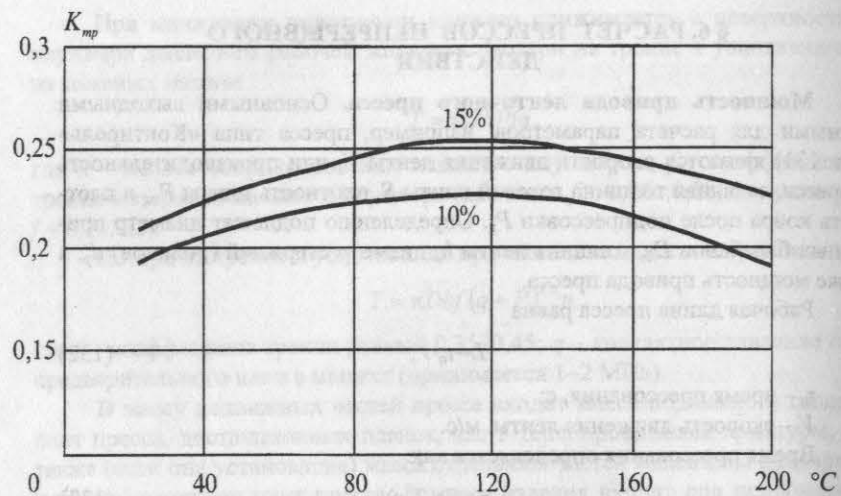


Рис. 136. Изменение коэффициента трения $K_{тр}$ в зависимости от температуры ленты при содержании связующего 10% и 15%

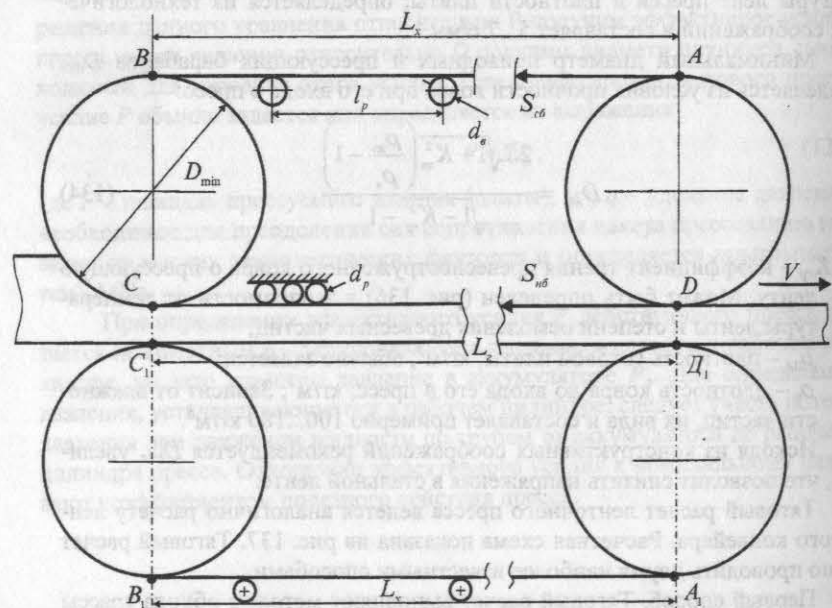


Рис. 137. Расчетная схема мощности привода пресса

В результате обхода трассы ленты по точкам А—В—С—D получим:

$$S_{c6} = S_A; \quad (135)$$

$$S_B = S_{c6} + W_x; \quad (136)$$

$$S_c = S_B + W_6; \quad (137)$$

$$S_{n6} = S_D = S_c + W_r, \quad (138)$$

где W_x — сопротивление движению ленты на холостом участке $AB=L_x$;
 W_6 — сопротивление на барабане (участок BC),
 W_r — сопротивление движению на груженом участке $CD=L_r$.
 Сопротивление движению на участке $L_x=AB$ равно

$$W_x = (q_n + q_p)L_x \omega, \quad (139)$$

где q_n — вес одного погонного метра длины ленты (по справочным данным или расчетам), Н/м;

q_p — погонный вес вращающихся частей центрирующих роликов, поддерживающих холостую ветвь ленты. Число роликов для холостой ленты принимают из расчета, что $l_p = 2 \dots 3$ м. Обычно устанавливают ролики диаметром $d_p = 102$ мм и весом длины ролика равной $0,5$ м — $q'_p = 74$ Н.

$$q_p = \frac{q'_p \cdot B}{l_p \cdot 0,5}, \quad (140)$$

где B — ширина ленты пресса, м;

$L_x = L$ — рабочая длина пресса, м;

ω — коэффициент сопротивления движению ленты по роликоопорам.

Для средних условий работы (отопляемое помещение, нормальная влажность, небольшое количество пыли) $\omega = 0,022$.

Тогда

$$S_B = S_{c6} + (q_n + q_p)L_x \omega. \quad (141)$$

Сопротивление на участке BC равно

$$S_c = K S_B, \quad (142)$$

где K — коэффициент увеличения натяжения ленты. При угле обхвата барабана лентой, равном 180° , $K = 1,05 \dots 1,06$. Тогда

$$S_c = K S_{c6} + K(q_n + q_p)L_x \omega. \quad (143)$$

Сопротивление на участке $CD=L_r$ равно

$$W_r = (q_n + q_c)L_r \omega, \quad (144)$$

где q_n — давление прессования, приходящееся на погонный метр ленты, Н/м; считаем, что давление распределяется равномерно по длине участка и составляет в среднем $q = 1,0$ МПа или $\sim 10^6$ Н/м², тогда $q_n = q \cdot B$;

q_c – погонный вес стержней, опирающихся на ленту.
 Расстояние между осями стержней примерно $l_c=0,022$ м.
 Вес одного стержня

$$q'_c = 9,8 \frac{\pi d_p^2}{4} \cdot B \cdot \rho, \quad (145)$$

где $d_p=0,02$ м;

ρ – плотность стали, кг/м³.

$L_r=L$ – рабочая длина пресса, м.

Тогда

$$S_D=S_{н6}=S_c+W_r=KS_{с6}+K(q_n+q_p)L_x\omega+(q_n+q_n+q_c)L_r\omega \quad (146)$$

или

$$S_{н6}=KS_{с6}+L\omega[K(q_n+q_p)+(q_n+q_n+q_c)], \quad (147)$$

или в общем виде

$$S_{н6}=AS_{с6}+E. \quad (148)$$

Максимальное тяговое усилие (P), которое способен передать барабан без пробуксовывания ленты

$$P=S_{н6}-S_{с6}=S_{с6}(e^{\mu\alpha}-1), \quad (149)$$

где e – основание натуральных логарифмов;

μ – коэффициент сцепления ленты с поверхностью барабана;

α – угол обхвата барабана лентой.

При значениях $\mu=0,15; 0,25; 0,3; 0,35$ и $\alpha=200^\circ$ значение $e^{\mu\alpha}$ получим соответственно: 1,69; 2,40; 2,85; 3,40.

С другой стороны,

$$S_{н6} \leq S_{с6} e^{\mu\alpha}. \quad (150)$$

Решая совместно эти уравнения можем определить искомые величины $S_{с6}$, $S_{н6}$ и P .

Таким образом, например, при $\mu=0,15$ и $\alpha=200^\circ$

$$S_{н6}=AS_{с6}+E; \quad (151)$$

$$P=S_{с6}(1,69-1)=0,69S_{с6}; \quad (152)$$

$$S_{н6}=S_{с6} \cdot 1,69.$$

Тогда

$$1,69S_{с6}=AS_{с6}+E, \quad (153)$$

получим

$$S_{с6} = \frac{E}{1,69 - A}. \quad (154)$$

Аналогично, но с добавлением сопротивления от веса брикета и без учета сопротивления на стержнях, рассчитывается нижняя часть пресса.
 Мощность, кВт, на приводном барабане пресса

$$N = \frac{P_o v}{1000 \cdot 60}, \quad (155)$$

где $P_o=2P$ – окружное усилие на приводном барабане;

v – скорость движения ленты пресса, м/мин.

Мощность, кВт, приводного двигателя пресса определяют с учетом динамики повторных пусков:

$$N_{дв} = \frac{1,3N + 0,7}{\eta}, \quad (156)$$

где η – КПД всех кинематических звеньев.

По этой мощности выбирают по каталогу электродвигатель с частотой вращения вала n_d . Частота вращения ведущего барабана определяется как

$$n_6 = \frac{60v10^3}{\pi D_6}, \quad (157)$$

где v – скорость ленты, м/с;

D_6 – диаметр барабана, мм.

Отношение $n_d/n_6=и_{общ}$ дает значение общего передаточного числа привода пресса. Зная n_d , n_6 и $и_{общ}$ проектируют привод пресса.

Расчетная и кинематическая схемы ленточного пресса для облицовывания плитных материалов приведены на рис. 138 и 139.

Крутящий момент сил сопротивления вращению, приведенный к валу электродвигателя, определим по формуле

$$M_{с.с.} = \frac{2P_c \cdot R_6}{\eta \cdot i}, \quad (158)$$

где P_c – сила сопротивления вращению, кгс;

R_6 – радиус барабана, см;

η – коэффициент полезного действия механических передач;

i – передаточное число звеньев привода.

Сила сопротивления P_c движению металлической ленты по площади прессования

$$P_c=P_n f, \quad (159)$$

где P_n – сила прижима уплотнения к металлической ленте;

f – коэффициент трения уплотнения о металлическую ленту, 0,12.

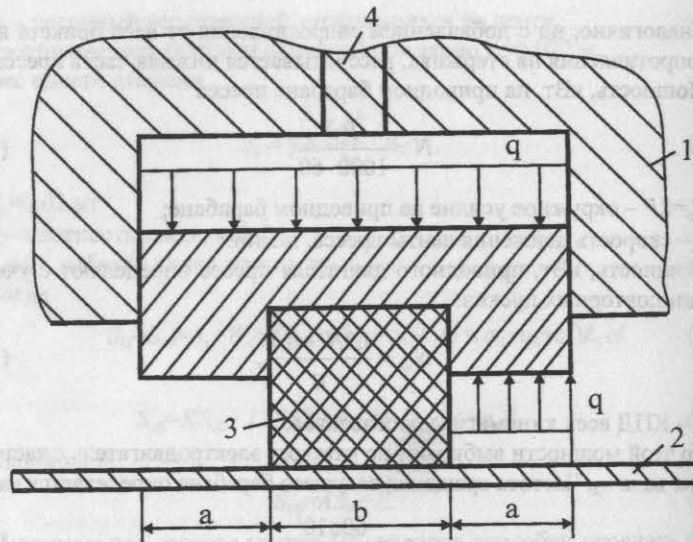


Рис. 138. Расчетная схема нагружения уплотнения: 1 – плита пресса; 2 – лента пресса; 3 – уплотнение; 4 – подача сжатого воздуха

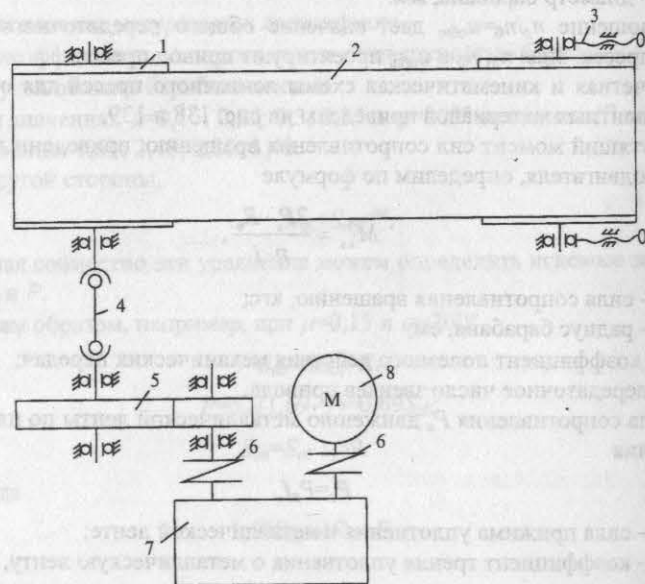


Рис. 139. Кинематическая схема привода ленточного пресса: 1 – барабан; 2 – лента; 3 – натяжное устройство; 4 – кардан; 5 – шестерни; 6 – муфта; 7 – редуктор; 8 – электродвигатель

Сила прижима

$$P_n = qF_n, \quad (160)$$

где q – давление сжатого воздуха, кг/см²;
 F_n – площадь прижима, см².
 Площадь прижима

$$F_n = (a+b) \cdot 2(L+B), \quad (161)$$

где a – величина выступа прижима (рис. 138), см;
 b – ширина уплотнения (рис. 138), см;
 L – длина ДСтП, см;
 B – ширина ДСтП, см.

Для кинематической схемы (рис. 139) величина $M_{с.з.}$ будет равна

$$M_{с.з.} = \frac{2P_c R_6}{\eta_n^2 \cdot \eta_{н.}^2 \cdot \eta_k^2 \cdot \eta_{зп.} \cdot \eta_m^2 \cdot \eta_p \cdot \eta_s \cdot i}, \quad (162)$$

где η_n – КПД подшипников качения, 0,99;
 $\eta_{н.}$ – КПД натяжного устройства, 0,98;
 η_k – КПД шарнирного соединения, 0,98;
 $\eta_{зп.}$ – КПД зубчатой передачи, 0,96;
 η_m – КПД муфты, 0,98;
 η_p – КПД редуктора, 0,9;
 η_s – КПД электродвигателя, 0,98;

$$i = i_{зп.} \cdot i_p,$$

где $i_{зп.}$ – передаточное число зубчатой передачи, 1,9;
 i_p – передаточное число редуктора, 100.
 При $a=0,3$, $b=0,4$, $B=183$ см; $L=250$ см

$$F_n = (a+b) \cdot 2(L+B) = (0,3+0,4) \cdot 2(183+250) = 606,2 \text{ см}^2.$$

Тогда сила прижима при $q=20$ кг/см²

$$P_n = q \cdot F_n = 20 \cdot 606,2 = 12124$$

и

$$P_c = P_n \cdot f = 12124 \cdot 0,12 = 1454,8.$$

Момент сопротивления при $R_6=40$ см

$$M_{с.з.} = \frac{2 \cdot 1454,8 \cdot 40}{0,99^2 \cdot 0,98^2 \cdot 0,98^2 \cdot 0,96 \cdot 0,98^2 \cdot 0,9 \cdot 0,98 \cdot 1,9 \cdot 100} = 873 \text{ кгс/см}.$$

Определим, что данному значению $M_{с.з.}$ соответствует электродвигатель мощностью $N=37$ кВт с числом оборотов $n_d=1500$ мин.

Крутящий момент, развиваемый электродвигателем

$$M_3 = 97380 \frac{N}{n_n} = 97380 \frac{37}{1500} = 2400 \text{ кгс/см.}$$

Тогда запас по крутящему моменту

$$n_3 = \frac{M_3}{M_{с.з.}} = \frac{2400}{873} = 2,73.$$

С другой стороны

$$M_3 = 97350 \frac{N}{n_n} = M_{с.з.} \cdot n_3.$$

Тогда

$$N_n = \frac{M_{с.з.} \cdot n_3 \cdot n_n}{97350} = \frac{873 \cdot 2,73 \cdot 1500}{97350} = 40 \text{ кВт.}$$

§ 7. РАСЧЕТ КАЛАНДРОВОГО ПРЕССА

Процесс прессования плиты в каландровом прессе условно можно разделить на три зоны. В зазоре между барабаном 6 и главным барабаном 2 производится подпрессовка ковра, (рис. 56.). Это I зона уплотнения стружечного ковра. Необходимое давление прессования создается прижимными барабанами 4, установленными с определенным зазором относительно главного вала. В промежутках между соседними барабанами формирующаяся плита находится под давлением, создаваемым натяжением ленты. Давление прессования на прессующих барабанах зависит от зазора между главным валом и прижимными барабанами. Зона II является зоной прессования. В зоне III (участок между последним прижимным барабаном и выходом из пресса) формируемая плита находится под плавно снижаемым давлением, создаваемым за счет натяжения ленты. Таким образом длина зоны S складывается из суммы зон I, II и III.

Продолжительность выдержки стружечной плиты в прессе определяют по уравнению

$$\tau = \tau_y \cdot \delta, \quad (163)$$

где τ_y — удельная продолжительность прогрева, мин/м;
 δ — толщина ДСтП, мм.

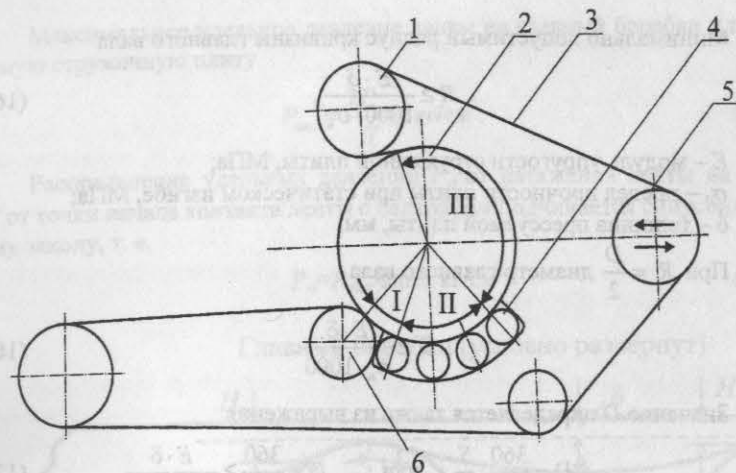


Рис. 140. Расчетная схема каландрового пресса

В непрерывно действующем прессе продолжительность выдержки и прогрева τ определяется скоростью процесса и длиной пути, проходимого прессуемой плитой под давлением в контакте с нагревательной поверхностью, т. е. главным валом каландрового пресса:

$$\tau = \frac{S}{v}, \quad (164)$$

где S — длина зоны на главном вале от точки входа стружечного ковра под первый прессующий вал до точки отрыва спрессованной плиты от главного вала, мм;
 v — скорость движения ленты, м/мин.

$$S = \frac{\varphi \pi D}{360}, \quad (165)$$

где φ — угол обхвата вала лентой, град;
 D — диаметр вала, мм.

Производительность пресса

$$Q = 60 v B, \quad (166)$$

где v — скорость движения ленты, м/мин;
 B — ширина стружечной плиты, мм.
С учетом значения τ

$$Q = \frac{60 S B}{\tau_y \cdot \delta}. \quad (167)$$

Минимально допустимый радиус кривизны главного вала

$$R \geq \frac{E \cdot \delta}{1000 \cdot \sigma_n}, \quad (168)$$

где E – модуль упругости стружечной плиты, МПа;
 σ_n – предел прочности плиты при статическом изгибе, МПа;
 δ – толщина прессуемой плиты, мм.

При $R = \frac{D}{2}$ диаметр главного вала

$$D \geq \frac{E \cdot \delta}{\sigma_n \cdot 1000}. \quad (169)$$

Значение D определяется также из выражения

$$D = \frac{360 \cdot S}{\varphi \cdot \pi} \quad \text{или} \quad D = \frac{360}{\varphi} \geq \frac{E \cdot \delta}{\sigma_n \cdot 1000}. \quad (170)$$

В формулу можно подставить значение

$$S = \frac{Q \cdot \delta \tau_y}{60B}. \quad (171)$$

Тогда выражение примет вид

$$D = \frac{360}{\varphi} \cdot \frac{Q \cdot \delta \tau_y}{60B \cdot \pi} \geq \frac{E}{\sigma_n \cdot 1000}. \quad (172)$$

Таким образом, диаметр главного вала зависит от свойств стружечной плиты, ее ширины, угла обхвата вала лентой, производительности установки и удельной продолжительности прогрева плиты.

Другим важным элементом каландровой установки является бесконечная стальная лента. Из условий долговечности, создания необходимого тягового усилия и с учетом сложных условий работы ленты (высокая температура, пульсирующая нагрузка) толщину ленты рекомендуется принимать из расчета

$$h = (0,001 \div 0,0012)D, \text{ мм}, \quad (173)$$

где D – диаметр ведущего барабана установки, мм.

При этом усилии натяжения ленты $P_{\text{доп}}$ отнесенное к 1 см её ширины, определяется из выражения

$$P_{\text{доп}} = \frac{\sigma_{\text{вр}} h}{K}, \text{ кг/см}^2, \quad (174)$$

где $\sigma_{\text{вр}}$ – предел прочности материала ленты на растяжение, кг/см²;
 K – коэффициент запаса прочности.

Максимальное удельное давление ленты на главный барабан и прессуемую стружечную плиту

$$P_{\text{max}} = \frac{2P_{\text{доп}}}{D}, \text{ кг/см}^2. \quad (175)$$

Распределение удельных давлений P_α от натяжения ленты на дуге 90° от точки начала контакта ленты с барабаном подчиняется синусоидальному закону, т. е.

$$P_\alpha = P_{\text{max}} \cdot \sin \alpha, \text{ кг/см}^2. \quad (176)$$



Рис. 141. Схема уплотнения ковра прижимными валами

Из рис. 141 можно определить основные зависимости, характеризующие процесс уплотнения древесностружечного ковра в зонах I и II. Угол дуги сжатия ковра с лентой на первом прижимном валу можно определить по формуле

$$\cos \alpha = \frac{R' - H_1 + \delta}{R}, \quad (177)$$

где α – угол сжатия ковра, град.;

R' – радиус прижимного вала;

H_1 – остановочная высота ковра перед первым прижимным валом;

δ – толщина прессуемой плиты, мм.

Известно, что существенной разницы в сопротивлениях стружечного ковра, прессуемого в холодном и горячем прессах, нет. Поэтому можно, с известным допущением, распространить зависимости распределений усилий в вальцовом прессе на условия уплотнения ковра в зоне I каландрово-

го пресса. При этом будет справедливо выражение, установленное исследованиями:

$$\alpha_{\text{расш}} = 1/2 \alpha_{\text{сж}} \quad (178)$$

Толщина ковра перед вторым прижимным валом H_2 определяется зависимостью

$$H_2 = \delta + \Delta\delta, \quad (179)$$

где $\Delta\delta$ – распрессовка плиты после выхода из первого прижимного вала (мм), определяемая по формуле

$$\Delta\delta = R(1 - \cos \alpha_{\text{расш}}). \quad (180)$$

Диаграммы распределения усилий на остальных прижимных валах будут аналогичны диаграмме распределения усилий на первом прижимном валу (рис. 142).



Рис. 142. Усилия прессования прижимными валами

По данным И.А. Отлева для мгновенного сжатия древесно-стружечного ковра до плотности 850 кг/м^3 при влажности клеестружечной смеси 15...16 % требуется давление порядка 50 кг/см^2 . Сопротивление ковра повторному сжатию составляет не более 15 кг/см^2 . На основании этих данных можно настроить диаграмму прессования плиты прижимными валами (рис. 143). Циклограмма процесса прессования в каландровом прессе строилась путем наложения графиков зависимости удельных давлений на прижимных валах на эпюру удельных давлений ленты на главном барабане (рис. 144).

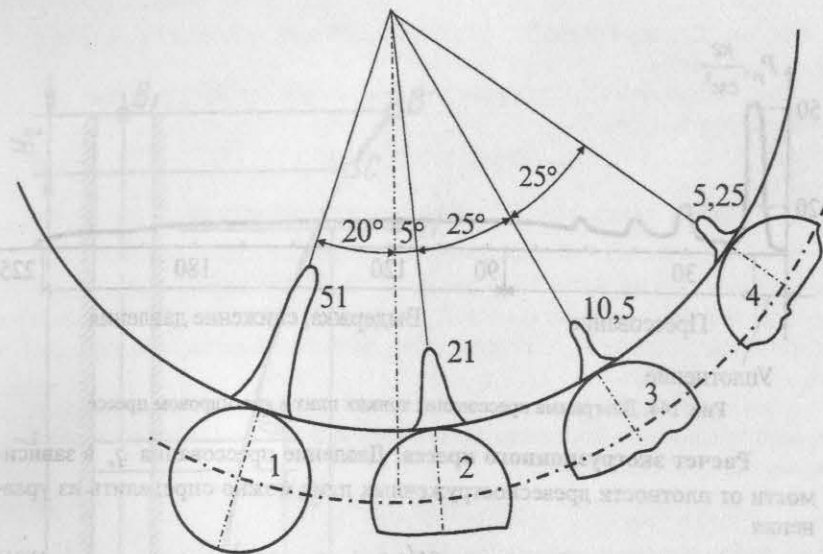


Рис. 143. Удельные давления ленты на главном барабане

Расчетами основных параметров установки и анализом процесса прессования тонких древесностружечных плит, выполненными в ВНИИД-древе, установлено следующее:

1. Процесс непрерывного прессования в каландровом прессе имеет пульсирующий характер с числом пульсаций, равным количеству прессующих валов.

2. С целью сокращения продолжительности прессования все прессующие валы должны быть установлены с зазором, равным толщине прессуемой плиты. При этом задаваемая плотность плиты достигается практически мгновенно на первом прессующем валу, требуемое удельное давление прессования равно 50 кг/см^2 .

3. Удельное давление после первого прессующего вала быстро падает, снижаясь до 4 кг/см^2 на четвертом валу.

4. Усилие натяжения стальной ленты в зоне выдержки должно обеспечивать удельное давление на барабан $4...5 \text{ кг/см}^2$ во избежание разрушения внутренними напряжениями краевых связей в спрессованной плите.

5. Максимальная толщина прессуемой плиты ограничивается радиусом кривизны поверхности главного барабана (его диаметром). На стадии проектирования диаметр барабана должен определяться толщиной и физико-механическими свойствами прессуемой плиты, производительностью и режимными факторами процесса.

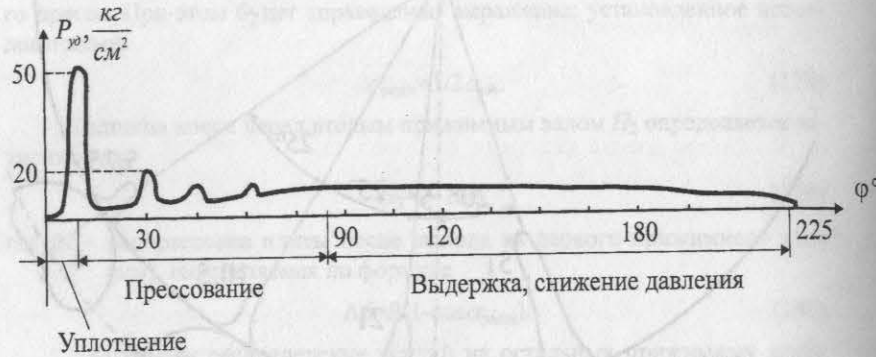


Рис. 144. Диаграмма прессования тонких плит в каландровом прессе

Расчет экструзионного пресса. Давление прессования q_e в зависимости от плотности древесностружечных плит можно определить из уравнения

$$q_e = 2820\mu\rho^{2,8}(0,2p^2 - 8p + 115), \quad (181)$$

где μ – поправочный коэффициент на породу древесины (для осины 0,83, для березы 0,81, для сосны 1,0, для сосновых опилок 0,9); p – содержание абсолютно сухого связующего по отношению к абсолютно сухой древесине, %; ρ – плотность ДСтП, кг/м^3 . Общую силу проталкивания стружечно-клеевой массы плиты, находящейся в прессе, определяют по формуле

$$P = q_e F. \quad (182)$$

Для расчета деталей прессовой установки (плит, нажимных балок, верстачных болтов и т. п.) необходимо знать величину силы бокового распора и точку ее приложения. Величину силы бокового распора определяют из зависимости

$$N = KP,$$

где K – коэффициент бокового распора.

Точку приложения силы бокового распора определяют следующим образом. Обозначим через C (рис. 145) расстояние от устья канала, т. е. от точки D , до линии действия силы бокового распора N . Составим равенство моментов силы и суммы моментов элементарных сил:

$$NC = \int_0^{L+H_2} KSqe^{Ax} dx,$$

где S – периметр изделия, м; q – удельное давление в данной точке; A – постоянная величина (см. гл. 1, § 2).

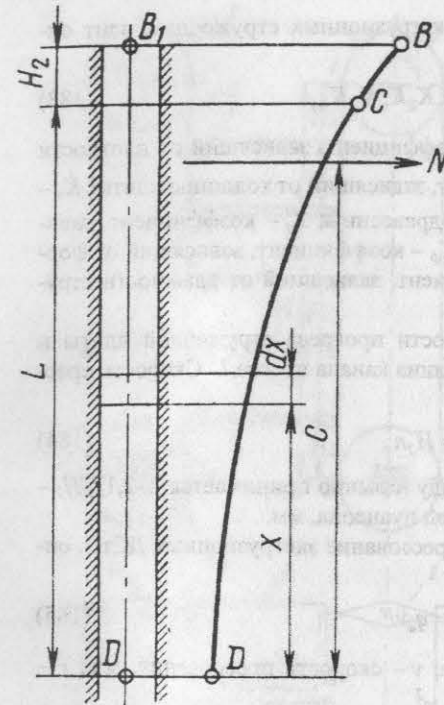


Рис. 145. Схема определения силы бокового распора

После интегрирования, подстановки пределов и преобразований получим

$$C = \frac{(L+H_2)q_e}{q_e - q_D} - \frac{F}{KfS},$$

где F – площадь изделия, м^2 ; f – коэффициент трения древесной массы о стенки канала пресса.

Величина q_D определяется подпором, который создается в зажимном лотке, и может быть принята 0,4–0,8 МПа. Высота слоя, образованного за один ход пуансона, H_2 также определяется из уравнения

$$H_2 = \frac{H_1 \rho_n}{\rho} K_3 K_n,$$

где H_1 – высота камеры сжатия, мм; ρ_n – насыпная масса древесных частиц, кг/м^3 ; ρ – плотность ДСтП, кг/м^3 ; K_3 – коэффициент заполнения каме-

ры сжатия; K_k – коэффициент, учитывающий конструкцию и толщину стружечной плиты.

Продолжительность прогрева экструзионных стружечных плит определяют по формуле

$$\tau = 7,8\delta K_t K_p K_\delta K_n K_\phi K_w, \quad (183)$$

где δ – толщина плиты, мм; K_p – коэффициент, зависящий от плотности стружечной плиты; K_δ – коэффициент, зависящий от толщины плиты; K_n – коэффициент, зависящий от породы древесины; K_t – коэффициент, зависящий от температуры плит пресса; K_ϕ – коэффициент, зависящий от формы древесных частиц; K_w – коэффициент, зависящий от влажности стружечно-клеевой массы.

При известной продолжительности прогрева стружечной плиты и скорости прессования определяется длина канала пресса L . Скорость прессования находят из зависимости

$$v = H_2 n, \quad (184)$$

где n – число ходов плунжера в секунду (обычно принимается 2–2,1); H_2 – высота слоя, образованного за один ход плунжера, мм.

Мощность, затрачиваемую на прессование экструзионных ДСтП, определяют по формуле

$$N_{\text{сп}} = q_0 v F, \quad (185)$$

где q_0 – давление прессования, МПа; v – скорость прессования, м/с; F – площадь поперечного сечения плиты, м².

Мощность привода пресса определяется с учетом КПД элементов кинематической схемы. Приведенные зависимости можно использовать при расчете брикетировочных прессов.

§ 8. РАСЧЕТ ВЕРТИКАЛЬНОГО КОНВЕЙЕРА

Полочные конвейеры устанавливаются у гидравлических прессов для загрузки пакетов в пресс или выгрузки готовых древесностружечных плит из пресса. Полочный конвейер (рис. 146) состоит из цепей 3, к которым на определенном расстоянии жестко прикреплены полки 2. В верхней части конвейера расположен привод (звездочка 1 приводная), в нижней части натяжное устройство 6 (звездочка 5 натяжная). На полках располагаются пакеты на поддонах или готовые плиты 4.

Скорость движения цепей вертикального конвейера, м/с, определяют из формулы $v = Qpt / 3600m$, где Q – производительность конвейера, м³/ч; ρ – плотность готовой плиты, кг/м³; t – шаг полок, м; m – масса груза, входящая на одну полку, кг.

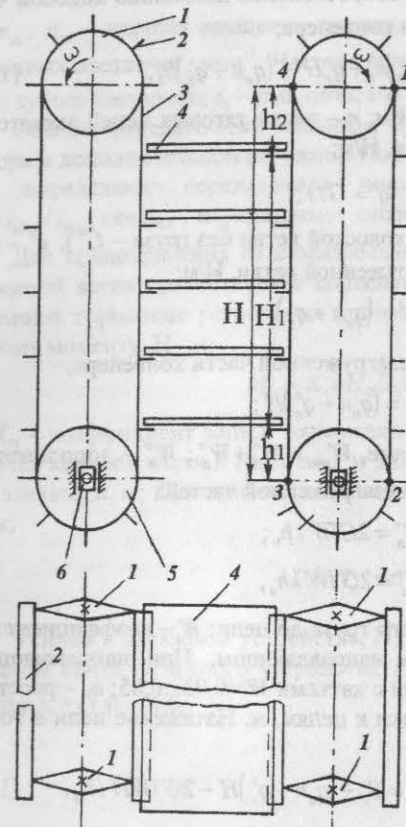


Рис. 146. Расчетная схема вертикального конвейера

Тяговый расчет выполняется методом обхода по контуру трассы конвейера. За исходную точку принимают натяжение цепи в точке натяжения на звездочке 5 (точка 2). Обычно $S_{\text{min}} = S_2 n = 1000 \dots 2000 H$, где n – число цепей.

Натяжение цепей в точке сбегания с натяжных звездочек (точка 3) $S_3 = K_1 S_2$, где K_1 – коэффициент, учитывающий сопротивление движению на натяжных звездочках, $K_1 = 1,07 \dots 1,10$. Максимальное натяжение цепи в точке набегания на приводные звездочки

$$S_{\text{max}} = S_4 = S_{\text{ис}} = S_3 + K_2 W_r + W_x + W'_{\text{дон}}, \quad (186)$$

где K_2 – коэффициент, учитывающий увеличение сопротивления (в двухцепных конвейерах $K_2=1,05$); W_r – сопротивление движению ходовой части на грузовой (восходящей) ветви конвейера;

$$W_r = (q_n n + q'_x) h_1 + q'_r H' + (q_n n + q'_x) h_2, \quad (187)$$

где q_n – линейная нагрузка цепи, Н/м; n – число тяговых цепей элеватора; q'_r , q'_x – линейная нагрузка от полок, Н/м;

$$q' = G / t,$$

где G – масса полок с грузом (для холостой ветви без груза – G'); q' – линейная нагрузка ходовой части загруженной ветви, Н/м;

$$q' = (q_n n + q'_r);$$

W_x – сопротивление движению на незагруженной части конвейера,

$$W_x = (q_n n + q'_x) H;$$

$W_{доп}$ – дополнительное сопротивление, $W_{доп} = W'_д + W''_д$; $W'_д$ – дополнительное сопротивление загруженной и незагруженной частей:

$$W'_д = 2GIW / h_n;$$

$$W''_д = 2G'IW / h_n,$$

где l – расстояние от центра тяжести груза до цепи; W – коэффициент сопротивления движению цепи по направляющим. При направляющих скольжения $W = 0,15 \dots 0,2$ для цепей с катками $W = 0,03 \dots 0,05$; h_n – расстояние между точками крепления полки к цепям, м. Натяжение цепи в точке сбега

$$S_{сб} = S_1 = S_2 + W_x - W''_д = S_2 + (q_n n + q'_x) H - 2G'IWH / h_n. \quad (188)$$

Окружное усилие на приводных звездочках, Н:

$$P = S_{сб} + S_{нб} + 0,04(S_{сб} + S_{нб}), \quad (189)$$

тогда мощность на приводном валу звездочек, кВт, $N = P / 1000$. Проверяем цепь на прочность. Фактический запас прочности

$$n = S_p / S_{рас} \geq [n], \quad (190)$$

где S_p – разрушающая нагрузка (по ГОСТу) цепи, Н; $S_{рас}$ – усилие в одной цепи; $S_{рас} = 1,25 S_{max} / 2$; $[n]$ – требуемый запас прочности, $n = 6 \dots 10$.

По потребной мощности $N_{доп} = N / \eta$ выбирают электродвигатель с ближайшей большей мощностью и с возможно меньшей частотой вращения, что позволяет уменьшить общее передаточное число приводного механизма:

$$i_{общ} = n_{дв} / n_{зв}, \quad (191)$$

где $n_{дв}$, $n_{зв}$ – частота вращения соответственно вала электродвигателя и приводных звездочек, мин^{-1} . Частота вращения звездочек $n_{зв} = 60v / Zt_y$, Z – число зубьев звездочки; t_y – шаг цепи; v – скорость цепи конвейера.

Обычно передаточный механизм привода конвейера состоит из редуктора и дополнительной передачи. По ГОСТу выбирают редуктор, после чего определяют передаточное число дополнительной передачи: $i_{доп} = i_{общ} / i_{ред}$, где $i_{ред}$ – передаточное число редуктора.

Для предохранения от самопроизвольного обратного движения загруженной ветви при остановке конвейера в приводном механизме устанавливают тормозное устройство, которое выбирают по расчетному тормозному моменту, Н·м:

$$M_T = K_m q H_0 D_0 \eta / 2i_{общ}, \quad (192)$$

где K_m – коэффициент запаса торможения, $K_m = 1,75$; $q = q_0 + q_r$ – линейная нагрузка ходовой части и груза на 1 м длины трассы, Н/м; H_0 – полная высота элеватора, м; D_0 – диаметр делительной окружности приводных звездочек,

$$D_0 = t_y / \sin \frac{180}{Z}. \quad (193)$$

Усилие в натяжном устройстве, Н, $P_n = S_2 + S_3 + (1500 \dots 2000)$, усилие на одном винте натяжного устройства $P'_n = 1,15 P_n / 2$. Ход натяжного устройства $t_n = (1,6 \dots 2) t_y$.

Раздел VI ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОБРАБОТКИ И ОТДЕЛКИ ПЛИТ

Глава 1 КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ПЛИТ

§ 1. КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ДСтП

После выгрузки из пресса в плитах имеют место значительные градиенты температуры, влажности и степени отверждения связующего, являющиеся причиной образования в плитах внутренних напряжений. Поэтому после выгрузки из пресса плиты охлаждаются или кондиционируются по одной, а затем их укладывают в стопы и выдерживают в течение суток для выравнивания влажности.

Наиболее распространено конвективное охлаждение ДСтП при естественной или искусственной циркуляции воздуха. Охлаждение плит при естественной циркуляции воздуха проводится в установках веерного типа (рис. 147). Горячие плиты по одной загружаются в горизонтальный пролет между рычагами веера. По мере поступления плит веер поворачивается на одну позицию. Охлажденные плиты выгружаются после поворота ячейки на 180° . При принудительном охлаждении всю систему закрывают кожухом и плиты обдувают воздухом, приводимым в движение вентилятором.

Охладитель оснащен приводной станцией, назначение которой осуществлять поворот ячейки веера на определенный угол. Для приема плиты приводная станция оборудована гидротолкателями и храповыми механизмами. Производительность охлаждителя определяется числом рабочих ячеек веера и ритмом поступления плит.

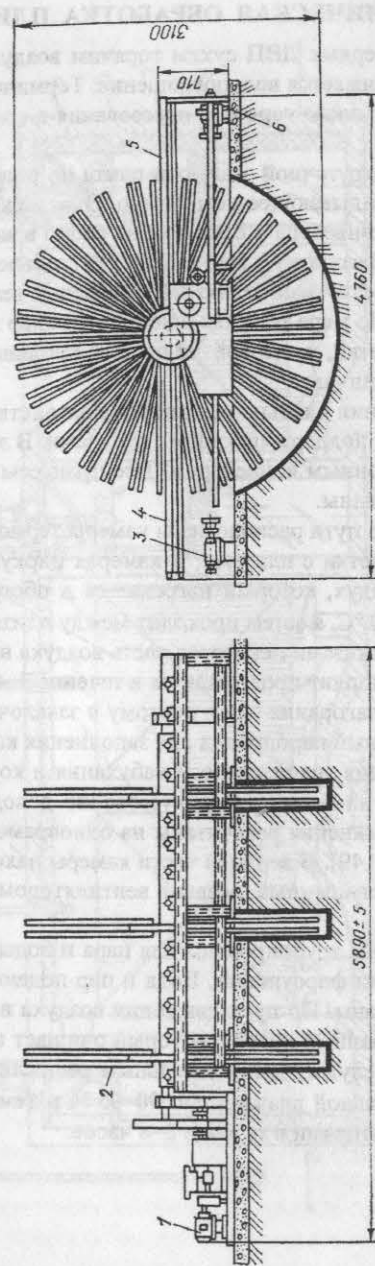


Рис. 147. Веерный охлаждитель: 1 — приводная станция; 2 — рычаги веерного устройства; 3, 4 — приводы грузочного 4 и разгрузочного 5 роликовых конвейеров

§ 2. ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ПЛИТ

При обработке твердых ДВП сухим горячим воздухом повышается их прочность и резко снижается водопоглощение. Термическую обработку (закалку) плит проводят после горячего прессования в специальных камерах (рис. 148).

Выходящая из разгрузочной этажерки плита по роликовому конвейеру поступает на опрокидывающее устройство. Этот механизм автоматически снимает плиту с конвейера и ставит ее на ребро в желоб цепного загрузочного конвейера. Вагонетку с вертикально установленными продольными разделительными струнами ставят на траверсной тележке против загрузочного конвейера. По мере того как цепной конвейер загружает плиты между струнами вагонетки, винтовой толкатель продвигает траверсную тележку в сторону на один шаг.

В другом исполнении плиты помещаются в вагонетку горизонтально на рамках с натянутыми поддерживающими струнами. В этом случае вагонетка загружается наклонным конвейером. Все процессы загрузки плит в вагонетки автоматизированы.

Вдоль траверсного пути расположены камеры термообработки, в которые закатывают вагонетки с плитами. В камерах циркулирует, подаваемый вентиляторами воздух, который нагревается в обогреваемых паром калориферах до 150–170 °С, а затем проходит между плитами. По мере насыщения парами воды и газами некоторая часть воздуха выбрасывается из камеры. Термообработка плит продолжается в течение 3–4 часов. При термообработке возможно загорание плит, поэтому в закалочных камерах установлен противопожарный паропровод для заполнения камеры паром.

Для предотвращения значительного набухания и коробления плит в процессе эксплуатации их влажность искусственно доводят (увлажняют) до 6–10 %. Камеры увлажнения рассчитаны на одновременную обработку плит в вагонетках (рис. 149). В верхней части камеры находится канал для циркуляции воздуха, оснащенный осевым вентилятором и трубой с заслонкой.

К каналу подведены трубопроводы для пара и воды, которые заканчиваются распыляющими форсунками. Вода и пар подаются в камеру через регулирующие клапаны. По пути движения воздуха в канале установлен фильтр из гофрированных листов, который очищает воздух от загрязнений и одновременно служит дополнительным распылителем. Циркуляция воздуха с относительной влажностью 90–95 % и температурой 65 °С поддерживается вентиляторами в течение 6–8 часов.

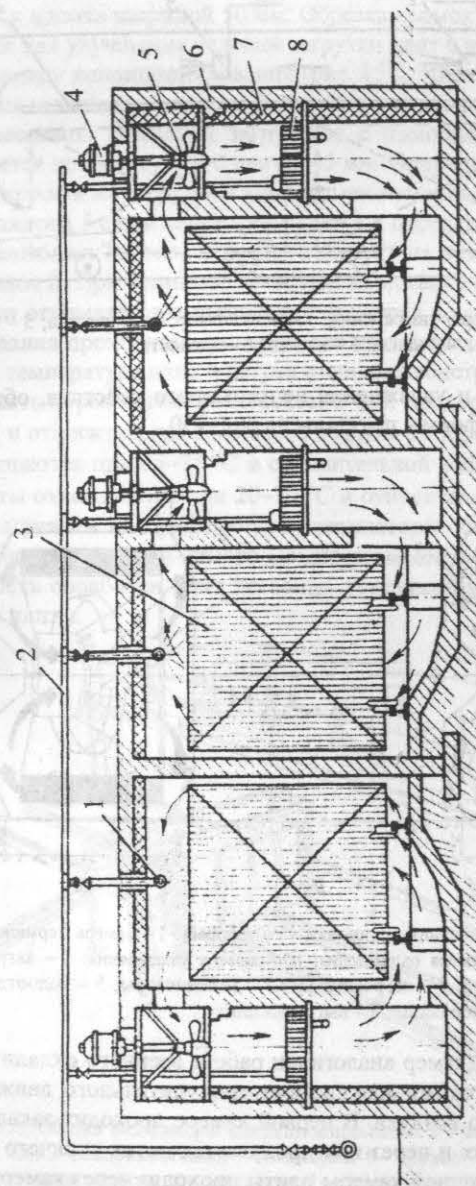


Рис. 148. Закалочные камеры: 1 — пожарный паропровод; 2 — подающий паропровод; 3 — вагонетка с плитами; 4 — электродвигатель вентилятора; 5 — вентилятор; 6 — стена камеры; 7 — теплоизоляционные стены; 8 — калорифер

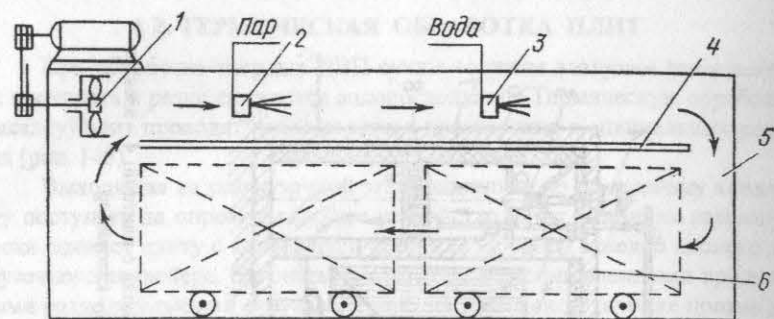


Рис. 149. Схемы камеры увлажнения: 1 – вентилятор; 2 – форсунка; 3 – форсунка для воды; 4 – канал; 5 – камера; 6 – вагонетка

Камеры закалки и увлажнения непрерывного действия, объединенные в установке «Ротиформ», показаны на рис. 150.

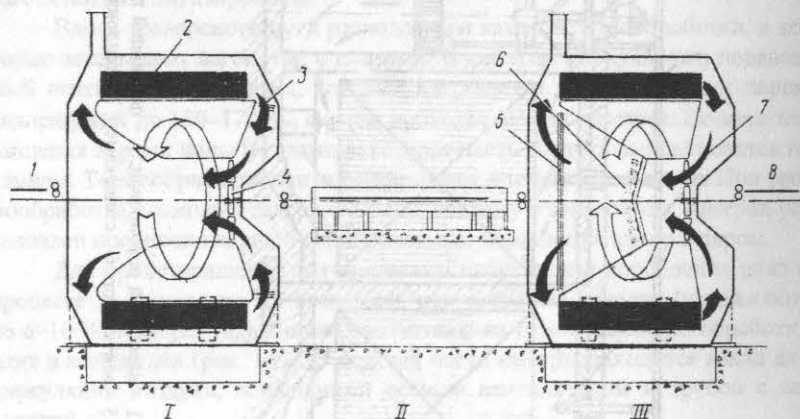


Рис. 150. Принцип действия установки «Ротиформ»: I – камера термической закалки; II – камера охлаждения; III – камера увлажнения; 1 – загрузка плит; 2 – плита; 3 – нагреватель; 4, 7 – вентиляторы; 5 – водоотделитель; 6 – водяное сопло; 8 – выгрузка плит

Принцип работы камер аналогичен работе веерного охладителя, однако, здесь используется мощная система принудительного движения горячего и увлажненного воздуха. В первой камере проходит закалка плит. Плиты лежат на полках и через них продувается поток горячего воздуха. После выхода из закалочной камеры плиты проходят через камеру охлаждения в потоке холодного воздуха и поступают в камеру увлажнения, где между плитами продувается увлажненный воздух.

При производстве ДВП сухим способом вышедшие из пресса плиты поступают в станок обрезки кромок, в котором с каждой стороны плиты обрезается кромка шириной 50 мм. Обрезка кромок предварительная и выполняется для улучшения условий загрузки плит в этажерку, которая подает их в камеру кондиционирования (рис. 151). Число полок в этажерке определяется этажностью пресса. В одной этажерке размещают плиты четырех запрессовок. Этажерки загружают с помощью устройства, которое поднимается на высоту 4 м с шагом 45 мм. Операции, связанные с движением этажерок и их загрузки в камеру, механизированы.

Этажерка 3 с плитами перемещается к передаточной тележке 5 тросовым механизмом. Тележка передает этажерку на механизм загрузки камеры с толкателем 6. При установке этажерки на механизм загрузки дверь 7 автоматически открывается и пропускает этажерку в камеру 8. Камера кондиционирования проходного типа состоит из четырех зон: в 1-й зоне выравнивается температура плит и нагрев стальных конструкций вагонетки, чтобы избежать образования конденсата. В ней поддерживается температура 60–65 °С и относительная влажность воздуха 50 %; во 2-й и 3-й зонах плиты увлажняются при 65–75 °С и относительной влажности 75–80 %; в 4-й зоне плиты охлаждаются при 20–30 °С и относительной влажности 65–70. Воздух нагревают калориферами, а вентиляторы обеспечивают его циркуляцию. Одновременно в камере можно разместить 14 этажерок. Продолжительность обработки плит по зонам устанавливается в зависимости от толщины плиты.

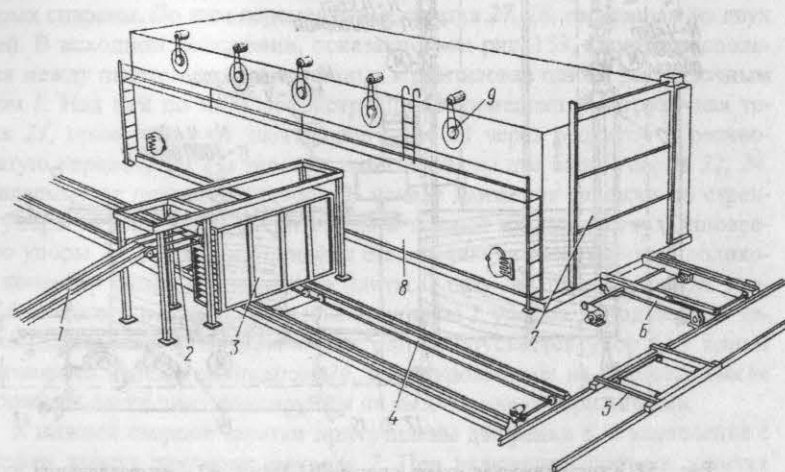


Рис. 151. Общий вид камеры кондиционирования: 1 – загрузочное устройство; 2 – направляющие; 3 – этажерка; 4 – привод этажерки; 5 – передаточная тележка; 6 – толкатель; 7 – автоматическая дверь; 8 – камера

Глава 2 РАСПИЛИВАНИЕ, ШЛИФОВАНИЕ И СОРТИРОВАНИЕ ПЛИТ

§ 1. СТАНКИ ДЛЯ ОБРЕЗКИ ПЛИТ

Станки этой группы предназначены для раскроя или обрезки по периметру на заданный формат плитных материалов. Одна из распространенных конструкций станков этого типа – станок ДЦ-3М с Г-образной схемой движения. Он состоит из двух секций, расположенных под прямым углом друг к другу (рис. 152).

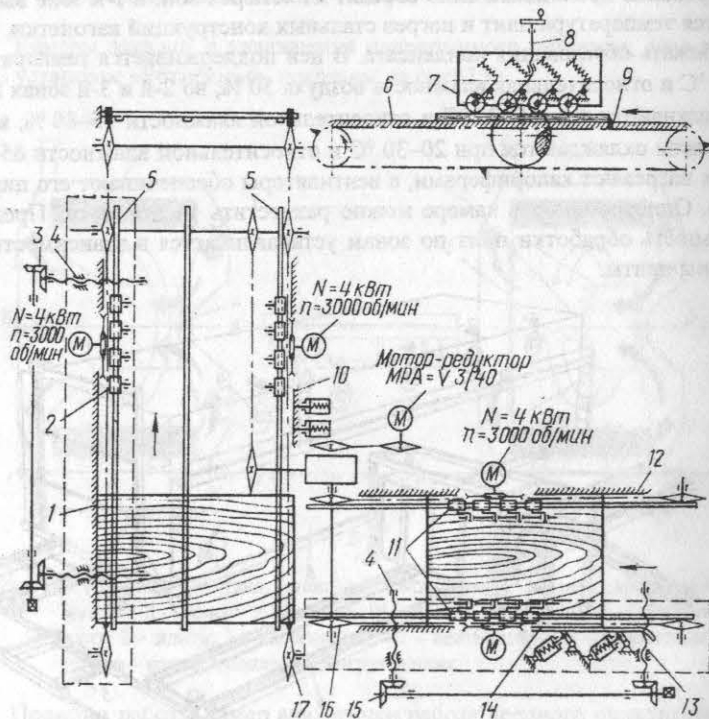


Рис. 152. Кинематическая схема станка ДЦ-3М: 1, 12 – направляющие линейки; 2, 11 – вальцы; 3, 15 – конические пары; 4, 13 – винтовые пары; 5, 6 – направляющие; 7 – блок вальцов; 8 – винт; 9 – упор; 10, 14 – прижимные балки; 16, 17 – конвейеры

Плита подается на направляющие устройства первой секции для продольной обрезки с двух сторон. Под направляющими расположен цепной подающий конвейер с упорами. Опиленная с двух сторон плита упорами проталкивается на направляющие второй секции станка для поперечной обрезки. Здесь она подхватывается упорами своего конвейера и подается на пилы, обрезающие две другие ее стороны.

Оба конвейера работают от одного привода, что обеспечивает синхронность движения их упоров. При подходе к зоне резания плита, базированная по упорам на цепях, выравнивается на направляющих и прижимается к направляющим линейкам и подпружиненным балкам. В зоне резания плита прижимается к направляющим гладкими вальцами, смонтированными в блоки, которые, так же как и пильные суппорты, имеют вертикальное настроечное перемещение от винтов. Для обрезки плит различных размеров в обеих секциях станка все левые по направлению подачи элементы смонтированы на одном блоке, который с помощью винтовых и зубчатых конических пар может быть переставлен на нужную величину.

§ 2. ФОРМАТНЫЕ СТАНКИ

Форматные станки применяют в основном для раскроя готовых плит на мерные щиты. Эти станки позволяют раскраивать материал с максимальным выходом, имеют высокую производительность и автоматизированы.

На рис. 153 приведена схема форматного станка с комбинированным столом. Вдоль станка проходят четыре направляющие 12, 13, 14, 15, две из которых спарены. По ним перемещается каретка 27, 28, состоящая из двух частей. В исходном положении, показанном на рис. 153, каретка располагается между пакетом предназначенных к распиловке плит и разгрузочным столом 1. Над ней по металлоконструкции перемещается загрузочная тележка 21, приводимая от электродвигателя 23 через редуктор и реечно-зубчатую передачу 20. На тележке смонтированы две пары упоров 22, 24, управляемые от пневмоцилиндров. В начале движения тележки по стрелке А упоры 22 захватывают три плиты и подают их на каретку. Одновременно упоры 24 с помощью линейки сталкивают на разгрузочный ролик конвейер ранее распиленные плиты. Сразу же после прохода упоров 24 приходят в действие пневмоцилиндры 2 упоров и подаваемая тележкой пачка плит упирается в них. Затем опускается упор 5, и плиты прижимаются к нему цилиндром 26, смонтированным на тележке. После базирования пачка плит фиксируется на каретке пневмоприжимами.

К нижней стороне каретки прикреплены две рейки 6, в зацепление с которыми входят шестерни привода 7. При включении привода каретка начинает перемещаться по направляющим в направлении стрелки Б. На поперечной траверсе смонтированы пилы 8, 11, 18, размещаемые под действием привода 17 в соответствии с планом раскроя. Не участвующие в работе пилы поднимаются в нерабочее положение приводом 9.

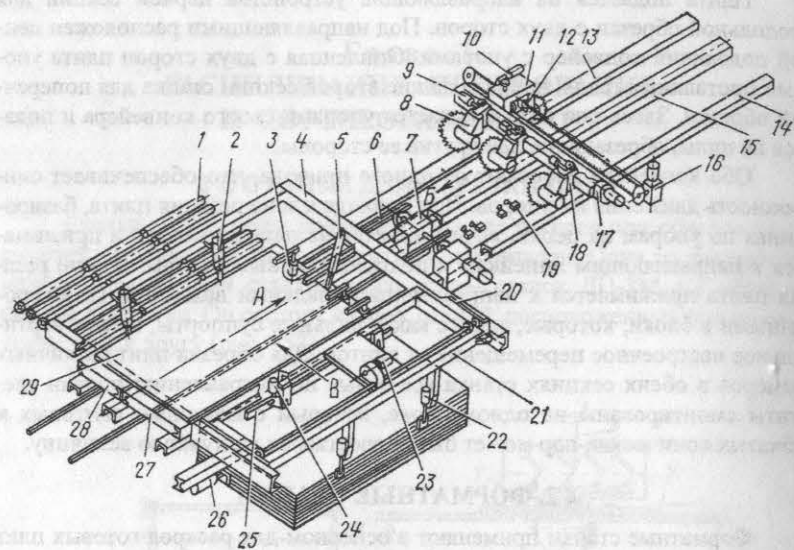


Рис. 153. Кинематическая схема форматного станка: 1 – стол разгрузки; 2, 26 – пневмоцилиндры; 3 – пневмоприжим, 4 – металлоконструкция; 5, 22, 24 – пилы; 6 – рейка; 7, 9, 10, 16, 17, 23 – приводы; 8, 11, 18 – направляющие; 12, 13, 14, 15 – направляющие; 19 – выключатель; 20 – реечно-зубчатая передача; 21 – загрузочная тележка; 25 – линейка; 27, 28 – каретка; 29 – плита

В крайнем конечном положении каретка с продольно распиленными полосами плит останавливается, а затем перемещается в обратном направлении по стрелке *B*. Первое позиционирование каретки осуществляется для выравнивания торца плиты. Место остановки каретки задается конечными выключателями, взаимодействующими с кулачками каретки. В работу вступает пильный узел *11*, перемещающийся по направляющим качения от привода *16*. Затем каретка передвигается на длину отпиливаемых заготовок и вновь останавливается. Пильный узел производит второй рез и т. д. Пила по высоте устанавливается приводом *10* через червячную и винтовую передачи.

Иногда для увеличения выхода полосы выгодно раскраивать плиты на заготовки различной длины. В этом случае одна часть каретки, *27*, останавливается по достижении размера первой заготовки, а вторая, *28*, продолжает двигаться до тех пор, пока не пройдет длину второй заготовки. Затем пила *11* разрезает поперек сразу обе заготовки. По окончании раскроя каретка возвращается в исходное положение, цикл повторяется.

Полуавтоматическая линия (рис. 154) для раскроя плитных материалов состоит из напольного роликового конвейера с подъемным столом *1*,

на который загружается штабель плит *2*; вакуумного питателя *11* портального типа с движущейся возвратно-поступательно кареткой *10* с пневмоприсосами *14*; загрузочного стола *13* с транспортными лентами; однопильного форматно-раскrojного станка с базирующим столом *8*, подвижным порталом *6* и перемещающегося по нему пильного суппорта *4* с поворотной пильной головкой *5*; разгрузочного стола *3*, смонтированного за станком.

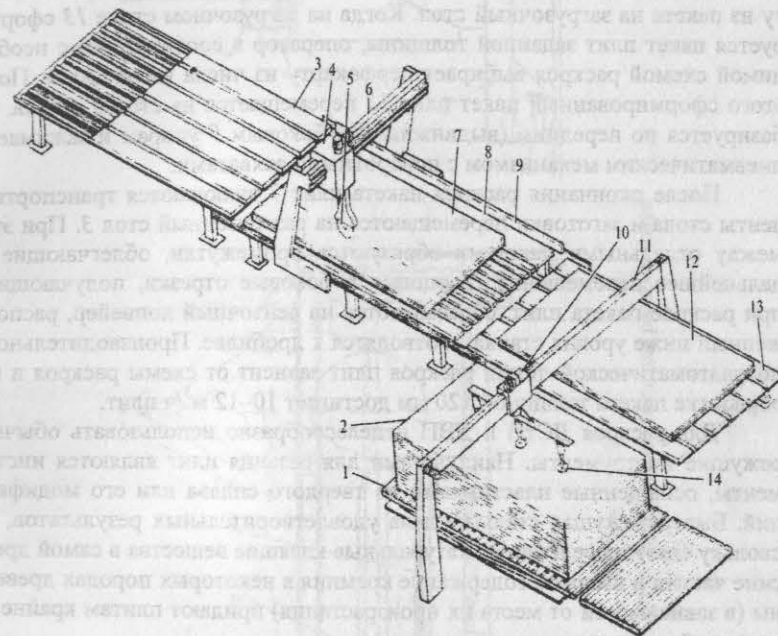


Рис. 154. Общий вид полуавтоматической линии раскроя

Однопильный форматно-раскrojный станок с числовым программным управлением раскраивает пакет плит толщиной до 120 мм одной пилой, установленной на подъемной и поворотной пильной головке *5*. Пильная головка имеет фиксированные углы поворота $\pm 90^\circ$ и совершает как продольные, так и поперечныерезы.

Программа раскроя задается на специальной перфокарте пробивкой определенного количества круглых отверстий. Построчное считывание программы раскроя с перфокарты осуществляется шаговым искателем. Программное управление станком обеспечивает реализацию рациональных схем с минимальными отходами и возможность быстрой переналадки на другие схемы раскроя.

Полуавтоматическая линия работает следующим образом. Штабель плит 2 загружается на напольный роликовый конвейер и перемещается на платформу гидравлического подъемного стола 1, находящуюся в нижнем положении. На загрузочном столе 13 с помощью подвижной каретки 10 с выдвигаемыми пневмоприсосами 14 формируется пакет плит 12 определенной толщины. Каретка 10, совершающая возвратно-поступательное перемещение по направляющим балкам, за каждый ход переносит верхнюю плиту из пакета на загрузочный стол. Когда на загрузочном столе 13 сформирован пакет плит заданной толщины, оператор в соответствии с необходимой схемой раскроя выбирает перфокарту из числа имеющихся. После этого сформированный пакет плит 12 перемещается на стол 8 станка, где базируется по передним (выдвигаемым) и боковым 9 упорам и зажимается пневматическим механизмом с поворотными захватами.

После окончания раскроя пакета плит 7 включаются транспортные ленты стола и заготовки перемещаются на разгрузочный стол 3. При этом между отдельными пакетами образуются промежутки, облегчающие их дальнейшее перемещение. Торцовые и боковые отрезки, получающиеся при раскрое пакета плит, сбрасываются на ленточный конвейер, расположенный ниже уровня станка, и отводятся к дробилке. Производительность полуавтоматической линии раскроя плит зависит от схемы раскроя и при обработке пакета толщиной 120 мм достигает 10–12 м³/ч плит.

Для раскроя ДСтП и ДВП нецелесообразно использовать обычные режущие инструменты. Наилучшими для резания плит являются инструменты, оснащенные пластинками из твердого сплава или его модификаций. Быстрорежущая сталь не дала удовлетворительных результатов, поскольку связующее в плите, натуральные клеящие вещества в самой древесине частиц и высокое содержание кремния в некоторых породах древесины (в зависимости от места их произрастания) придают плитам крайне абразивный характер.

Выбор соответствующего типа твердого сплава происходит в результате точного анализа. Необходимо получить наиболее износостойкий сорт твердого сплава, который будет выполнять работу резания без выкрашивания и отслаивания. Наиболее часто твердый сплав выбирают опытным путем. Сплав должен быть достаточно твердым и в то же время иметь свойство хорошо противостоять ударным нагрузкам при резании. Обычно наибольший срок службы имеют резцы из твердого сплава без примесей. В некоторых случаях используют тонкие пластинки из твердого сплава, особенно для ДСтП высокой плотности. Использование соответствующей конструкции инструмента позволяет уменьшить силы резания, что способствует оптимизации и экономичности операции.

Для обрезки ДСтП рекомендуется применять дисковые пилы с пластинами из твердого сплава (профиль зубьев с ломаной задней гранью). Между величинами элементов пил имеются следующие зависимости:

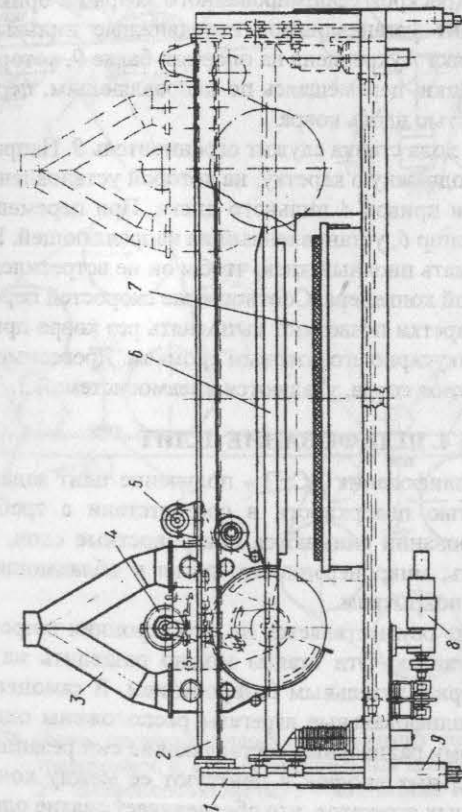
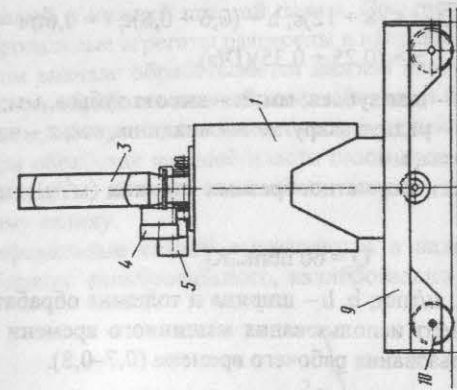


Рис. 155. Передвижная пила для раскроя ковра

$$s = (0,075 \div 0,142)\sqrt{D}; t \leq (8 \div 12)s; h = (0,6 \div 0,8)t; l = 0,6t; r = 0,1t;$$

$$z = (0,25 \div 0,35)(D/s),$$

s – толщина пилы, мм; t – шаг зубьев, мм; h – высота зубьев, мм; l – длина задней грани зуба, мм; r – радиус закругления впадины, мм; z – число зубьев пилы; D – диаметр пилы, мм.

Производительность форматнообрезных станков ($m^3/ч$) определяют по формуле

$$Q = 60 ubhK_1K_2, \quad (194)$$

где u – скорость подачи, м/мин; b, h – ширина и толщина обрабатываемых плит, м; K_1 – коэффициент использования машинного времени (0,8–0,9); K_2 – коэффициент использования рабочего времени (0,7–0,8).

§ 3. СТАНКИ ДЛЯ РАСКРОЯ КОВРА

Для поперечного раскроя сформированного ковра на брикеты в линиях производства плит устанавливают передвижные пильные станки (рис. 155). Станина станка 1 укреплена на опорной балке 9 , которая опирается на ролики 10 . Ролики, перемещаясь по направляющим, передвигают станок с нужной скоростью вдоль ковра.

Для ограничения хода станка служит ограничитель 8 . Направляющая балка 2 несет на себе подвижную каретку, на которой установлен привод 5 перемещения каретки и привод 4 пильного диска. При перемещении каретки надвигается на копир 6 , установленный на направляющей. Копир позволяет каретке поднимать пильный диск, чтобы он не встретился при разделении ковра 7 с лентой конвейера. Соотношение скоростей перемещения станины и движения каретки позволяют выполнять рез ковра при его движении строго перпендикулярно его боковым кромкам. Древесные частицы, образующиеся при раскрое ковра, удаляются пневмосистемой 3 .

§ 4. ШЛИФОВАНИЕ ПЛИТ

Основная цель шлифования ДСтП – получение плит заданной толщины с шероховатостью поверхности в соответствии с требованиями стандартов. При шлифовании снимаются поверхностные слои, имеющие наименьшую прочность, микронеровности, пятна и обладающие плохой адгезией к наносимым покрытиям.

Шлифование плит осуществляется на двусторонних широколенточных шлифовальных станках. Эти станки можно разделить на самоцентрирующие и станки с принудительным базированием. В самоцентрирующих станках (рис. 156, *а*) шлифовальные агрегаты расположены один против другого. Благодаря этому радиальные составляющие сил резания отжимают плиту от шлифовальных шкур и центруют ее между контактными вальцами калибровальных агрегатов, что обеспечивает снятие одинакового

слоя с верхней и нижней пластей плиты. При принудительном базировании калибровальные агрегаты разнесены в направлении подачи (рис. 156 *б, в*). При этом вначале обрабатывается нижняя плоть плиты, а затем верхняя. Базой при обработке нижней пласти является необработанная верхняя плоть плиты, которая скользит по жестко установленному прижимному валику. При обработке верхней пласти базой является обработанная нижняя плоть плиты, которая скользит по второму жестко установленному прижимному валику.

Шлифовальные станки выполняются в виде отдельных функциональных блоков: калибровального, калибровально-шлифовального и чистового.

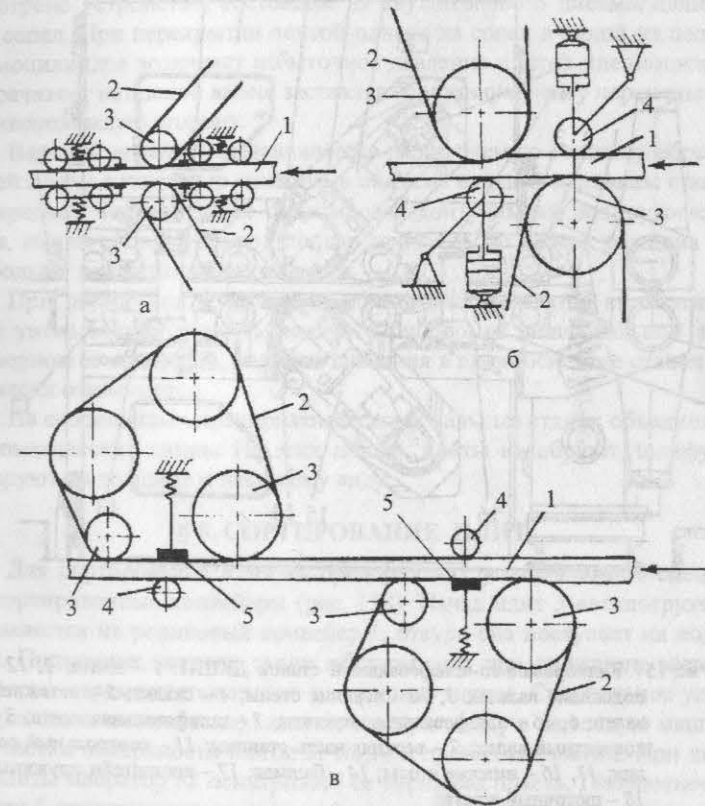


Рис. 156. Схемы широколенточных шлифовальных станков: *а* – с самоцентрированием; *б, в* – с принудительным центрированием; 1 – плита; 2 – шлифовальные ленты; 3 – контактный валец; 4 – прижимной валец; 5 – утюжок

Калибровальный блок проводит предварительное калибрование плит. В результате удаления с обеих сторон примерно одинакового припуска шлифовальной лентой с зернистостью 40 получают плиты одной толщины, но имеющие значительную шероховатость.

Калибровально-шлифовальный блок выполняет обработку плит шлифовальной шкуркой меньшей зернистости (25, 20 или 16). Благодаря этому снижается шероховатость поверхности и производится окончательное калибрование плит.

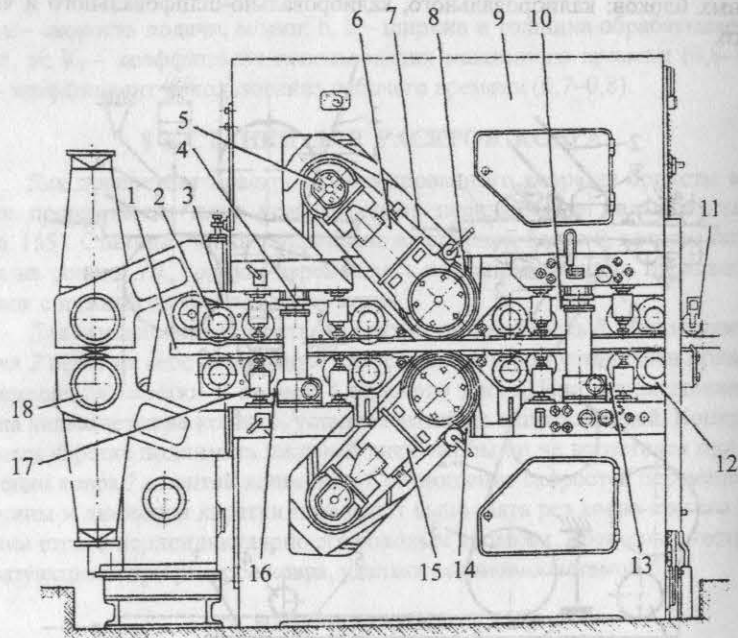


Рис. 157. Калибровально-шлифовальный станок ДКШ-1: 1 – плита; 2, 12 – подающие вальцы; 3, 10 – верхние столы; 4 – скалка; 5 – натяжной валец; 6, 16 – шлифовальные агрегаты; 7 – шлифовальная лента; 8 – контактный валец; 9 – верхняя часть станины; 11 – контрольный ролик; 13, 16 – нижние столы; 14 – башмак; 17 – кронштейн пружины; 18 – щеточный агрегат

Чистовой блок выполняет выглаживание поверхности мелкозернистой шкуркой при легких режимах обработки (при малой нагрузке привода шлифовального агрегата) равномерным снятием слоя незначительной толщины со всей площади обработки. В итоге окончательно формируется

размер плит по толщине, шероховатость их поверхности снижается до допускаемого класса.

Несмотря на разнообразие типов, шлифовальные станки, применяемые для обработки ДСТП, выполняются однотипно по нескольким образцам. Отечественный калибровально-шлифовальный станок ДКШ-1 предназначен для калибрования и предварительного шлифования. Он имеет верхнюю и нижнюю зеркально подобные станины, в которых смонтировано по одному широколенточному шлифовальному агрегату (рис. 157). Бесконечные шлифовальные ленты производят сьем слоев определенной толщины. Натяжение шлифовальных лент осуществляют пневмоцилиндры. Для предотвращения сползания абразивной ленты с контактных валов предусмотрено устройство, состоящее из двухштокового пневмоцилиндра и двух сопел. При перекрытии лентой одного из сопел в одной из полостей пневмоцилиндра возникает избыточное давление и шток пневмоцилиндра поворачивает натяжной валец, заставляя абразивную ленту перемещаться в противоположную сторону.

Верхний агрегат устанавливается на требуемую толщину обрабатываемой плиты с помощью механизма подъема верхней половины станины. На переднем верхнем столе смонтирован контрольный подпружиненный ролик, выключающий привод подачи при подходе плиты, толщина которой больше допустимого отклонения.

При перегрузке приводов шлифовальных агрегатов автоматически вдвое уменьшается скорость подачи. При обрыве шлифовальной ленты, чрезмерном ее смещении, падении давления в пневмосистеме станок автоматически отключается.

На современных предприятиях шлифовальные станки объединяются в автоматические линии. На этих линиях плиты калибруют, шлифуют и сортируют по толщине и внешнему виду.

§ 5. СОРТИРОВАНИЕ ПЛИТ

Для сортирования плит на предприятиях устанавливают специальные сортировочные конвейеры (рис. 158). Пачка плит 3 автопогрузчиком укладывается на роликовый конвейер 1, откуда она поступает на подъемник 2. Подъемник устроен таким образом, что при движении вверх его платформа перемещается только на толщину плиты. Специальное устройство (на схеме не показано) сдвигает каждую плиту в щеточную машину 4 для очистки поверхности плиты от пыли и древесных частиц. При движении плиты оператор 12 осматривает ее верхнюю пласт. Поворотное устройство 5 поворачивает плиту, чтобы оператор мог осмотреть и нижнюю ее пласт.

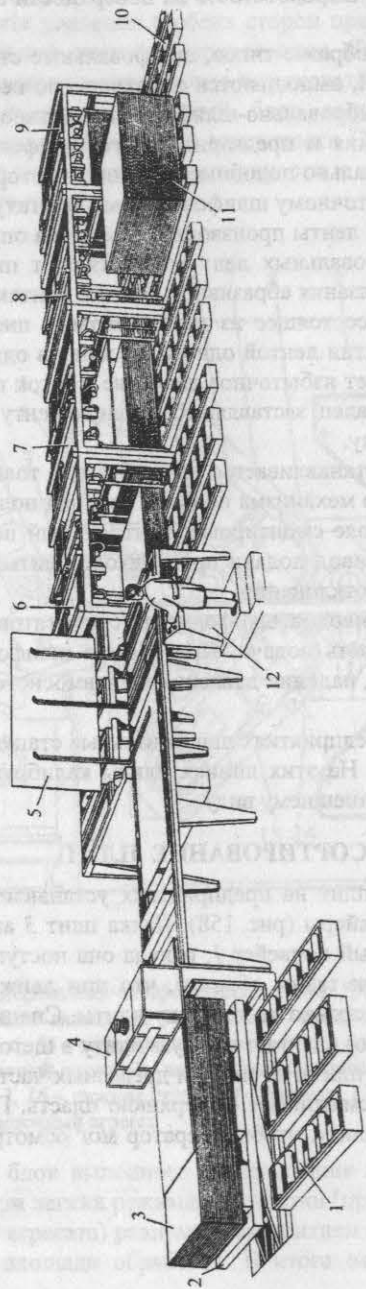


Рис. 158. Линия сортирования плит

На основе визуального осмотра и опыта оператор определяет сорт плиты и нажимает на пульте кнопку соответствующего сорта. Плита движется над сортировочными карманами 6, 7, 8, 9 по роликам, укрепленным на концах рычагов. К примеру, оператор определил, что плита должна попасть в стопу кармана 5, где уже лежат плиты данного сорта. Тогда при достижении плитой этого кармана команда с пульта, заставит раздвинуться рычаги и плита упадет на стопу именно этого кармана. Так плиты сортируются по четырем сортам. Набранная стопа 11 данного сорта выдвигается из кармана роликовым конвейером 10 для транспортировки ее автопогрузчиком на склад готовой продукции.

Глава 3 ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ НА ПЛИТЫ ЖИДКИХ МАТЕРИАЛОВ

Отделка плоских щитов или панелей, предназначенных для использования в качестве мебельных или строительных деталей, включает в себя следующие основные операции: шпатлевание, грунтование, лакирование, нанесение эмали.

§ 1. КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ НАНЕСЕНИЯ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ

Для нанесения защитно-декоративных покрытий на плитные материалы (ДСтП и ДВП) используют в основном методы налива и накатки. Реже применяют пневмораспыление или безвоздушное распыление. Метод накатки используют при шпатлевании, грунтовании плоских деталей, метод налива – при нанесении жидких лаков и эмалей на подготовленную поверхность плиты. Распыление лаков или красок производят при грубой отделке плитных материалов, когда они используются в основном на открытом воздухе.

§ 2. СТАНКИ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ПЛИТ К ОТДЕЛКЕ

Для подготовки плит к отделке их поверхность тщательно очищают от древесной пыли, частиц. Для этого используют щеточные машины, которые вращающимися щетками и сжатым воздухом очищают поверхность щита. Перед покрытием эмалями плиты шпатлюют для выравнивания поверхности и сокращения расхода отделочных материалов. Шпатлевочные станки могут быть для одно- и двустороннего нанесения. На рис. 159 дана схема устройства станка для одностороннего нанесения шпатлевки. Щит 4 подающими вальцами 1 перемещается над ванной 8 со шпатлевкой. Вал 3 захватывает из ванны шпатлевочный состав и через дозировочный валик 2 наносит его накатом на поверхность щита. Шпатлевка втирается ракелем 5,

а ракель *б* снимает ее излишки, возвращая их в ванну. Силы прижима раделей к плите регулируются установочным винтом *7*.

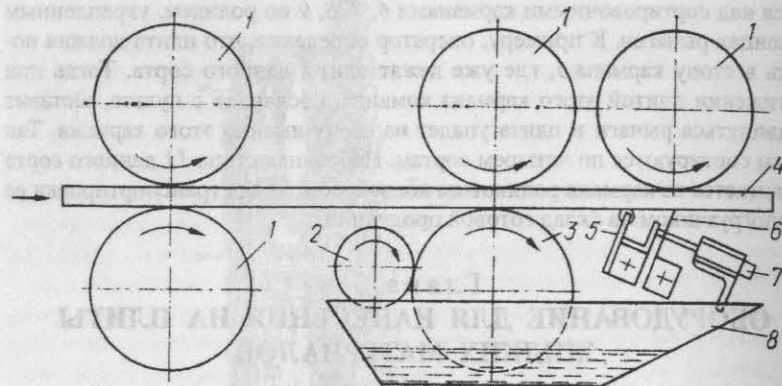


Рис. 159. Шпатлево-валцовый станок

Грунтование плитных материалов применяют для сокращения расхода дорогостоящих лаков и обеспечения более прочного сцепления последующих покрытий с древесной плитой. Грунтовочные станки работают по схемам аналогично шпатлево-валцовым станкам. Они также могут быть для одностороннего и двустороннего нанесения грунтовочного состава. Некоторые шпатлево-валцовые и грунтовочные составы можно наносить и методом налива.

§ 3. НАНЕСЕНИЕ ЖИДКИХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ НАЛИВА

Сущность нанесения лакокрасочных материалов методом налива состоит в том, что детали, уложенные на движущийся конвейер, проходят через завесу отделочного жидкого материала и покрываются равномерным по толщине слоем на всей ширине детали. Завеса отделочного материала может быть образована при стекании его с наклонного экрана (рис. 160, *а*), вытекании из донной щели головки (рис. 160, *б*), переливании через выступ открытого бокового проема через сливную плотину (рис. 160, *в*), переливании через сливную плотину с последующим стеканием с наклонного экрана (рис. 160, *г*).

Наливные головки с наклонным экраном обеспечивают хорошее качество нанесения лакокрасочного материала, но в этом случае с большой открытой поверхности экрана, по которой стекает лак, происходит сильное испарение растворителя, а следовательно, повышены расход материала и загазованность в зоне наливной машины. Поэтому такие машины не нашли широкого применения. Наливные головки с донной щелью представляют собой емкость, в дне которой имеется щель. Головки с донной щелью

можно использовать для нанесения одно- и двухкомпонентных лакокрасочных материалов. Недостатки головок такого типа – трудность обеспечения постоянства толщины завесы по всей ее длине, неудобство промывания ее после окончания работы, необходимость интенсивной фильтрации лакокрасочного материала (так как в противном случае может произойти закупорка отдельных участков щели, следствием чего является разрыв завесы), образование воздушных пузырей.

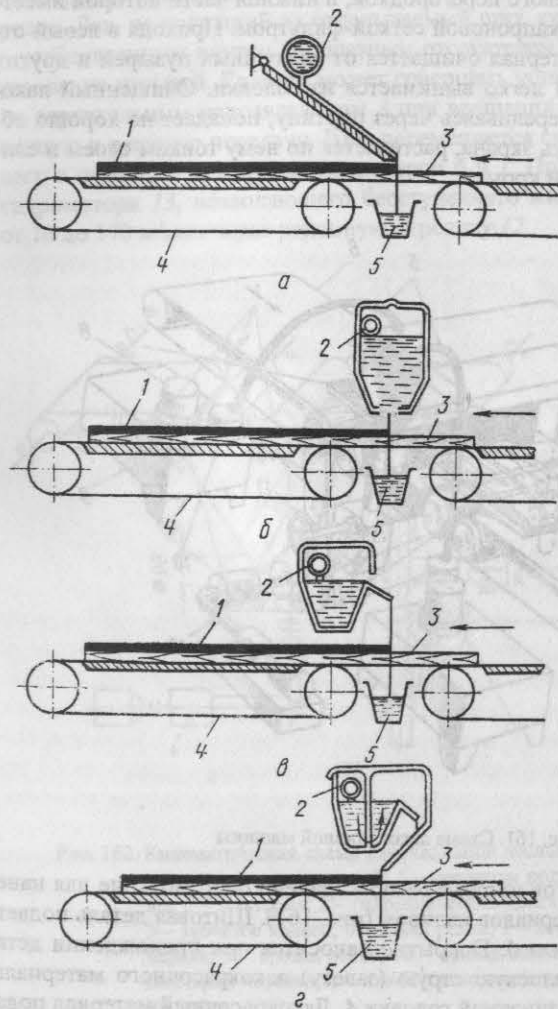


Рис. 160. Схемы образования завесы отделочного материала: *а* – стекание с наклонного экрана; *б* – вытекание из донной щели; *в* – переливание через сливную плотину; *г* – переливание через сливную плотину со стеканием с экрана; 1 – покрытие; 2 – коллектор; 3 – деталь; 4 – конвейер; 5 – лоток

Наливочные головки со сливной плотиной более просты по конструкции и в обслуживании. Они применяются преимущественно для нанесения полиэфирных лаков. Недостаток головок этого типа – трудность получения тонких пленок (до 25–35 мкм), необходимых при нанесении нитроцеллюлозных лаков.

Наливочные головки со сливной плотиной и экраном более совершенны. Лакокрасочный материал насосом подается в правый отсек головки, отгороженный от левого перегородкой, в нижней части которой имеется перепускная щель с капроновой сеткой-фильтром. Проходя в левый отсек, лакокрасочный материал очищается от воздушных пузырей и других примесей. Перегородка легко вынимается из головки. Очищенный лакокрасочный материал, переливаясь через плотину, попадает на хорошо обработанную поверхность экрана, растекается по нему тонким слоем и сливается с его заостренной кромки.

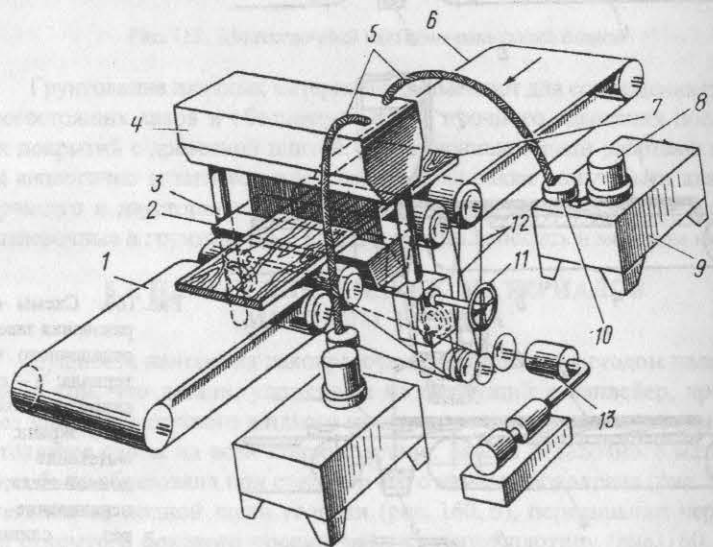


Рис. 161. Схема лаконоливной машины

Для отделки щитов широко распространено оборудование для нанесения отделочных материалов наливом (рис. 161). Щитовая деталь подается в машину конвейером 6. Покрытие наносится при прохождении детали 7 через широкую плоскую струю (завесу) лакокрасочного материала, падающего вниз, из наливочной головки 4. Лакокрасочный материал подается в головку насосными установками 8. Качество отделки резко снижа-

ется при наличии в отделочном материале пузырьков воздуха. Во избежание этого необходимо принять специальные меры. Насосы установок 8 погружают в баки 9, что исключает подсос воздуха. Устанавливают фильтры 10, очищающие лакокрасочный материал от примесей. Трубопроводы 5 подачи материала в наливочную головку выполняют из плавно изогнутых полиэтиленовых трубок.

Емкость бака образуется рядом наклонных, плавно переходящих одна в другую плоскостей, исключающих вспенивание лакокрасочного материала. Лак, не попавший на отделяемый щит, стекает в сливной лоток 2 с установленным внутри Л-образным отсекателем, что предотвращает образование пузырей. Головка может совершать установочные перемещения по вертикальным направляющим 3 при вращении маховика 11 через червячную и реечную передачи. Щит перемещается сквозь лакокрасочную завесу с помощью ленточных конвейеров 6 и 1. Привод осуществляется от гидромотора 13, позволяющего бесступенчато изменять скорость подачи от 10 до 170 м/мин через ременную передачу 12.

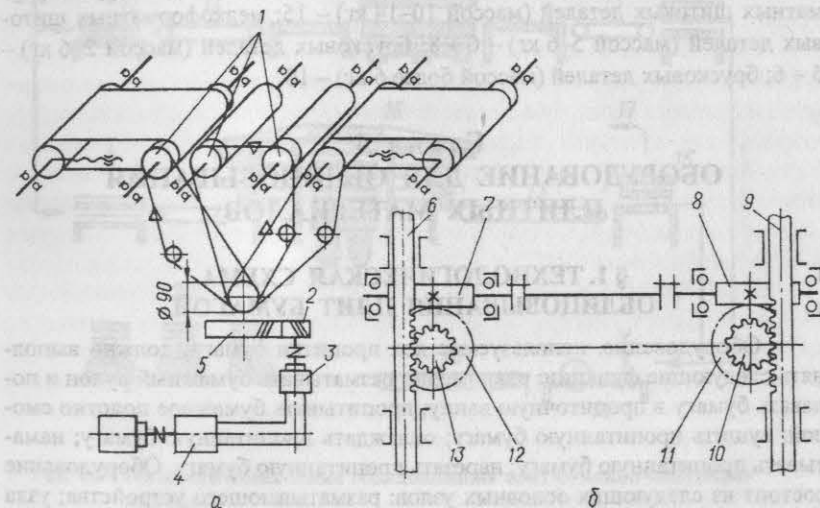


Рис. 162. Кинематическая схема лаконоливной машины ЛМ-3: а – конвейер подачи щитовых деталей; б – механизм подъема головок; 1 – шкивы; 2 – шестерня; 3 – гидравлический двигатель; 4 – гидростанция; 5 – зубчатое колесо; 6 – левая рейка; 7 – левый червяк; 8 – правый червяк; 9 – правая рейка; 10 – правая шестерня рейки; 11 – правая шестерня червяка; 12 – левая шестерня червяка; 13 – левая шестерня рейки

Ролики конвейера 1 приводятся во вращение гидравлическим двигателем 3 (рис. 162, а) через одноступенчатый редуктор с шестернями 2 и зубчатое колесо 5 и систему клиноременных передач. Масло в двигатель подается гидростанцией 4. Механизм подъема головок (рис. 162, б) состоит из двух реек 6, 9, к которым крепятся головки. Рейки приводятся в движение (подъем–опускание) шестернями 10, 13, вращающимися от червячных пар 7, 12 и 8, 11. Червячная передача и реечное зацепление размещены в одном корпусе. Два таких корпуса, закрепленных по обе стороны станины машины, соединены между собой карданным валом, через который от маховичка одновременно приводятся в движение оба червяка 7, 5, а через них – рейки 6, 9.

Сменную производительность (Q , шт.) лаконоливных машин определяют по формуле

$$Q = 3600TK_d/R, \quad (195)$$

где T – продолжительность смены, ч; K_d – коэффициент использования рабочего времени (0,88); R – ритм подачи деталей в машину, с: крупноформатных щитовых деталей (массой 10–14 кг) – 15; мелкоформатных щитовых деталей (массой 5–6 кг) – 6 ÷ 8; брусковых деталей (массой 2–6 кг) – 5 ÷ 6; брусковых деталей (массой более 6 кг) – 10.

Глава 4 ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОБЛИЦОВЫВАНИЯ ПЛИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

§ 1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ОБЛИЦОВЫВАНИЯ ПЛИТ БУМАГОЙ

Оборудование, используемое для пропитки бумаги, должно выполнять следующие функции: равномерно разматывать бумажный рулон и подавать бумагу в пропиточную ванну; пропитывать бумажное полотно смолой; сушить пропитанную бумагу; охлаждать пропитанную бумагу; наматывать пропитанную бумагу; нарезать пропитанную бумагу. Оборудование состоит из следующих основных узлов: разматывающего устройства; узла пропитки; сушильной камеры; охлаждающей секции; механизма намотки; механизма резания.

Технологическая схема облицовывания плит на одно- и многопролетных прессах представлена на рис. 163. Рулоны бумаги 1 и пропиточный раствор смолы 3 подают на размоточный узел 2 и в пропиточную ванну 4.

Разматывающее устройство 2 должно обеспечивать непрерывную и равномерную подачу в пропиточную ванну бумажной ленты из рулона. Требование непрерывности обеспечивается установкой двух- или многопозиционных размоточных постов (барабанов). Разматывающее устройство регули-

рует силу натяжения и ориентацию бумажного полотна, вводимого в пропиточное устройство. Эти требования осуществляются установкой фрикционных тормозов, воздействующих непосредственно на бумажное полотно. Бумагу выравнивают соответствующие поворотные устройства.

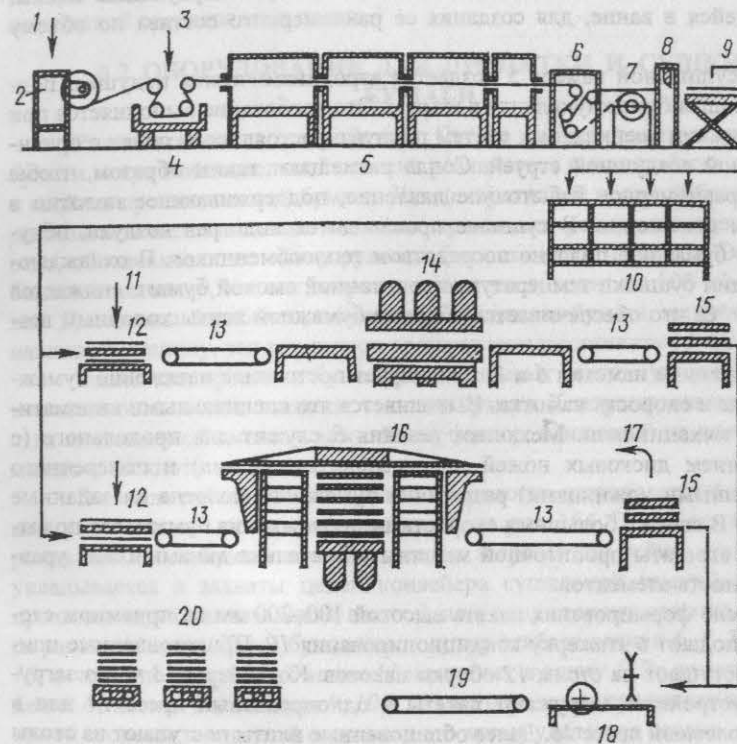


Рис. 163. Технологическая схема облицовывания плит бумажно-смоляными пленками

В узле пропитки 4 регулируют температуру смолы, находящейся в ванне. Это требование выполняется обычно подогревом поверхности ванны. Режим подогрева (вследствие малых технологических допусков) контролируется специальными автоматическими системами. В пропиточном узле регулируется количество смолы в бумаге. Различают прямое и косвенное регулирование. Прямое регулирование основывается на механическом удалении из бумаги избытков смолы отжимом ее на отжимных вальцах или соскабливанием излишков смолы специальными скребками при

выходе бумажной ленты из пропиточной ванны. Косвенное регулирование основано на изменении продолжительности пребывания бумаги в пропиточной ванне. Узел пропитки обеспечивает равномерную пропитку полотна бумаги. Это требование выполняется установкой вальцов, выравнивающих бумажное полотно.

Специальные мешалки и насосы обеспечивают циркуляцию смолы, находящейся в ванне, для создания ее равномерного состава по объему ванны.

В сушильной камере 5 создается аэродинамическая подушка, поддерживающая бумажную ленту в камере. Это требование выполняется при использовании специальных систем поддува, состоящих из сопел с ориентированной воздушной струей. Сопла размещают таким образом, чтобы создать равномерное избыточное давление, поддерживающее полотно в заданном положении. В сушилке производится подогрев воздуха, обдувающего бумажное полотно посредством теплообменников. В охлаждающей секции сушилки температура пропитанной смолой бумаги снижается до 20–30 °С, что обеспечивается обдувом бумажной ленты холодным воздухом.

Механизм намотки 6 и 7 гарантирует постоянное натяжение бумажной ленты и скорость намотки. Выполняется это специальными кинематическими механизмами. Механизм резания 8 служит для продольного (с применением дисковых ножей непрерывного действия) и поперечного (гильотинными ножницами) разрезания бумажного полотна на заданные размеры. В связи с большими скоростями прохождения бумажного полотна через агрегаты пропиточной машины обязательна динамическая уравновешенность элементов.

После формирования пакета высотой 100–200 мм на приемном столе 9 его подают в этажерку кондиционирования 10. Приготовленные плиты 11 поступают на столы 12 сборки пакетов. Конвейеры 13 через загрузочные устройства загружают пакеты в однопролетный пресс 14 или в многопролетный пресс 16. Далее облицованные плиты поступают на столы 15 разборки пакетов. Происходит возврат 17 необходимых элементов пакета на столы сборки, а плиты поступают на механическую обработку 18 и конвейером 19 передаются на склад 20.

Существующие конструкции современных пропиточных машин можно подразделить на три группы: 1) с горизонтальным расположением сушильной камеры, механической транспортировкой бумаги, подачей воздуха в сушильной камере против движения бумаги; 2) с горизонтальным расположением сушильной камеры, пневматической транспортировкой бумаги (на воздушной подушке), подачей воздуха перпендикулярно движению бумажного полотна; 3) с вертикальным расположением сушильной камеры, подачей воздуха преимущественно сверху вниз. Наиболее совершенной конструкцией является горизонтальная машина, так как она обес-

печивает высокое качество пропитки, сочетая его с большой производительностью.

Поскольку пропитка бумаги смолой – один из основных параметров, влияющих на качество облицованной бумажно-смоляным покрытием плиты, следует более подробно остановиться на конструкции и работе пропиточных машин. Рассмотрим устройство отдельных узлов машины в технологической последовательности.

§ 2. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОПИТКИ И СУШКИ БУМАГИ

Разматывающее устройство. Схемы разматывающих устройств бумаги могут в значительной степени различаться в зависимости от смолы и свойств пропитываемой бумаги. Для декоративной прочной бумаги, пропитываемой меламиновыми смолами, применяют разматывающее устройство, обеспечивающее смену рулонов без остановки процесса. Это имеет большое значение, так как скорость пропитки доходит до 100 м/мин и более. Для смены барабанов, на которых находится бумага, можно не останавливать машину, так как потери времени могут составить 15–18 %.

Ванны для пропитки бумаги смолой имеют различную конструкцию в зависимости от типа машины, смолы и бумаги. Контролирование количества впитываемой смолы – важнейший фактор, влияющий на качество бумажно-смоляного покрытия.

В начале работы конец бумажного полотна заправляется в заправочном узле машины по схеме, показанной на рис. 164. После прохождения ролика 14 конец бумаги прикрепляется к заправочной рейке, а сама рейка укладывается в захваты цепей конвейера сушильной камеры. Полотно проходит через смачивающий валик 3, и на одну сторону полотна наносится раствор смолы. Далее бумажное полотно огибает валики 6, 5, 7, 4, 2, 9 и 10, и через погружающий валик 11 поступает в ванну 1. За время прохождения от валика 2 к валикам 9, 10 и 11 раствор смолы проникает в бумагу с одной стороны, а с другой стороны в это время удаляется воздух.

При двустороннем нанесении пропиточной смолы внутри бумаги остается воздух и пропитка становится некачественной (рис. 165). Положение валиков 9 и 10 (см. рис. 164) можно регулировать по высоте. Степень нанесения раствора на лицевую сторону бумаги перед погружающим валиком 11 не должна быть менее 98 % площади. Если этого нет, следует увеличить площадь контакта изменением положения поворотного валика 6 и увеличить высоту регулирующего валика 8 и дыхательного валика 9. Содержание раствора смолы в полотне регулируют посредством зазора между дозирующими валами 12, равномерность его нанесения – разравнивающим валиком 13, а глубину погружения полотна на участке полной пропитки – погружающим валиком 11. После достижения всех требований

пропитки, предъявляемых к пленкам, скорость движения бумажного полотна увеличивается.

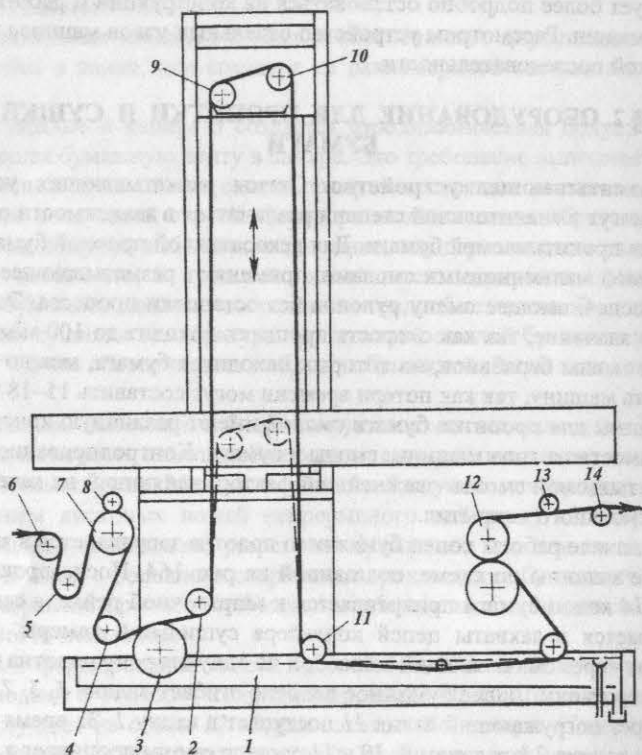


Рис. 164. Схема узла пропитки бумаги

После пропиточного узла пропитанное смолой бумажное полотно поступает в сушильную камеру. Одна из конструкций секции сушильной камеры показана на рис. 166. Вентилятор 1 через фильтр 4 подает горячий воздух от калориферов 2 через воздуховод 10 и сопла 8 и 9 напорных насадочных коробов на бумажное полотно перпендикулярно его поверхности. Вследствие разности воздушного напора сверху и снизу бумажного полотна создается воздушная подушка, которая и поддерживает бумагу 7 на всем протяжении сушильной камеры. Внутри камеры 5 воздух по воздуховодам 6 подается к фильтрам 4, часть воздуха удаляется из камеры через воздуховод 3 с вентилятором.

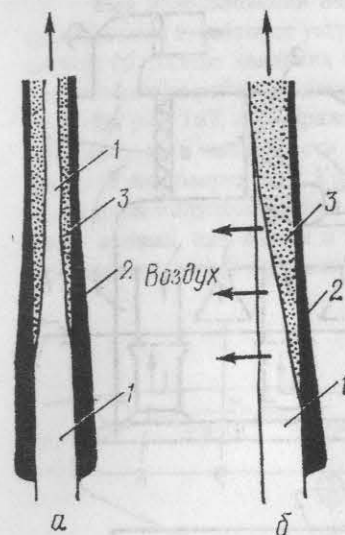


Рис. 165. Схема пропитки бумаги при двустороннем (а) и одностороннем (б) нанесении смолы: 1 – бумага и смола; 2 – смола; 3 – бумага и смола

Фирма «Vits» разработала конструкцию секции, которая может работать как в режиме воздушной подушки, так и в режиме несущей поверхности. В корпусе секции 1 (рис. 167) имеются горловина 2 и выпуклая, частично перфорированная пластина 3. Пластина внутри корпуса смещается эксцентриком 4, фиксируемым в заданном положении пальцем 5. Второй опорой пластины служит паз 6, опирающийся на штырь 7. В положении, представленном на рис. 167, а, потоки воздуха направляются через щели 8 и 9 и через перфорацию перпендикулярно плоскости материала. Равнодействующая потоков воздуха направлена в этом случае вертикально вверх и удерживает материал на воздушной подушке.

В положении, изображенном на рис. 167, б, размер передней по ходу движения изделия щели 8 намного превосходит размер задней щели 9, приобретая преимущественное значение. Под давлением потока, выходящего из щели 8, потоки, выходящие из перфораций, искривляются. Кроме того, поток воздуха, исходящий из щели 9, в этом случае также направлен по ходу движения материала. В таком варианте между изделием и секцией создается параллельный поток воздуха, выполняющий роль несущей поверхности.

Описанные секции могут быть установлены только снизу или с обеих сторон материала. В последнем случае их размещают со смещением (рис. 167, в).

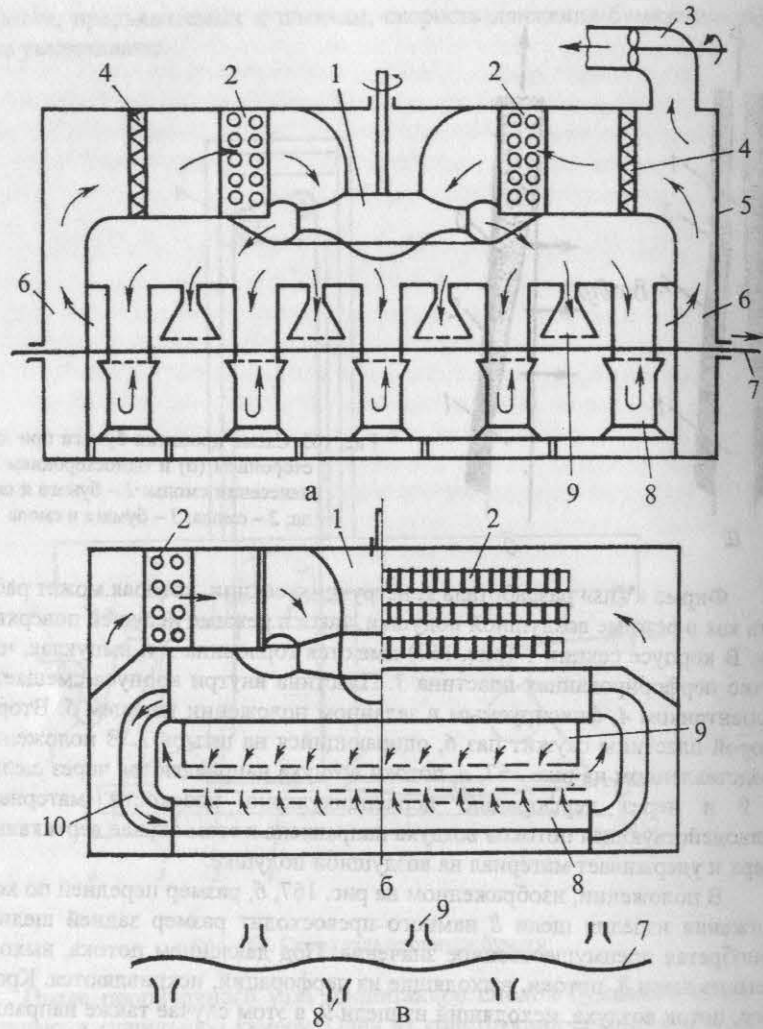


Рис. 166. Схема сушильной секции пропитка - сушка - охлаждение: а - вид сбоку; б - вид спереди; в - создание волнообразного движения полотна бумаги

При использовании недостаточно прочных подложек для обеспечения их ввода сушильное устройство может быть оборудовано движущейся сеткой 10. Баланс давления верхнего и нижнего рядов секций подбирают так, чтобы при работе машины материал поддерживался выше сетки.

На рис. 167, г изображена диаграмма давлений при одинаковом расходе воздуха в зависимости от режима работы секций и расстояния материала от их поверхности. Кривая I отражает изменение давления в режиме воздушной подушки, кривая II - в режиме несущей поверхности. Как видно из кривых, при одном и том же расстоянии С давление на материал в режиме воздушной подушки значительно больше.

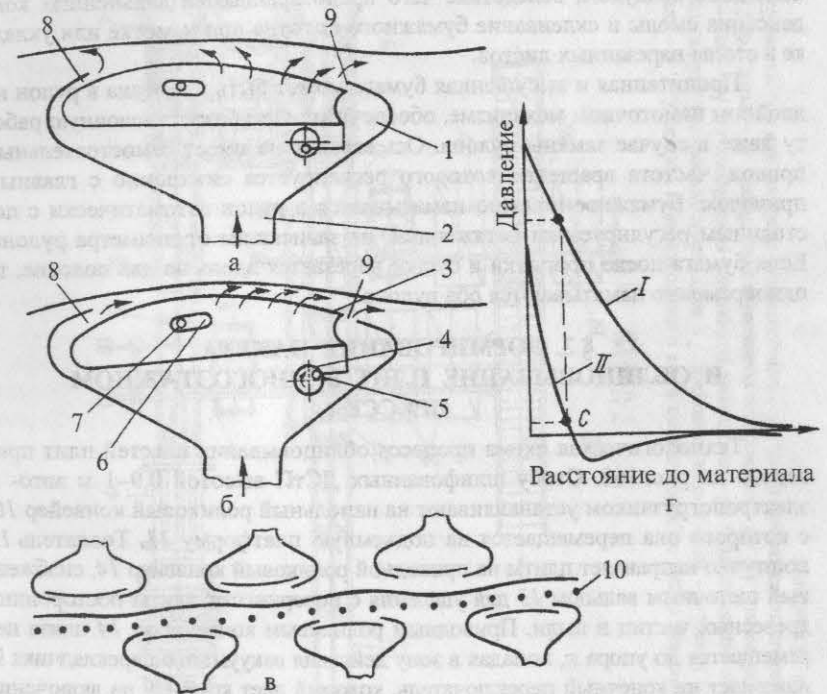


Рис. 167. Комбинированная секция для сушки на воздушной подушке и несущей поверхности

Преимуществом описанной конструкции служит возможность быстрой перестройки ее на различные режимы, что важно для наладки процесса при изменении массы материала.

Система воздушной подушки должна быть очень точно рассчитана аэродинамически и обеспечить сушку бумаги с обеих сторон. Сушильные камеры имеют нагревательные калориферы 2 (см. рис. 166). Специальная система 3, 4 образует воздушную завесу 6 на входе и выходе из сушильной камеры 5, препятствующая выходу тепла и паров из сушилки.

При установке трех сушильных секций задают следующие температуры сушки: в первой зоне 120–140 °С и наиболее интенсивное движение воздушного потока, во второй зоне 140–160 °С и в третьей 150–170 °С.

После выхода из сушильной камеры бумажное полотно охлаждается холодным воздухом, вследствие чего предотвращаются дальнейшая конденсация смолы и склеивание бумажного полотна при намотке или укладке в стопы нарезанных листов.

Пропитанная и высушенная бумага может быть намотана в рулон на двойном намоточном механизме, обеспечивающем безостановочную работу даже в случае замены рулона. Ось механизма имеет самостоятельный привод, частота вращения которого регулируется синхронно с главным приводом. Бумажное полотно наматывается в рулон автоматически с постоянным регулируемым натяжением, не зависящим от диаметра рулона. Если бумага после пропитки и сушки нарезается вдоль на два полотна, то одновременно наматываются оба рулона.

§ 3. ФОРМИРОВАНИЕ ПАКЕТА И ОБЛИЦОВЫВАНИЕ ПЛИТ В МНОГОЭТАЖНОМ ПРЕССЕ

Технологическая схема процесса облицовывания пластей плит приведена на рис. 168. Стопу шлифованных ДСтП высотой 0,9–1 м авто- и электропогрузчиком устанавливают на напольный роликовый конвейер 10, с которого она перемещается на подъемную платформу 11. Толкатель 12 поштучно направляет плиты на приводной роликовый конвейер 14, снабженный щеточным вальцом 13 для удаления с поверхности плиты посторонних древесных частиц и пыли. Приводным роликовым конвейером 14 плита перемещается до упора и, попадая в зону действия вакуумного переключника 9, нажимает на конечный переключатель, который дает команду на включение привода вакуумного переключника, находящегося в это время под плитой. Переключник начинает поворачиваться против часовой стрелки. Одновременно включается вакуум-система, и переключник прочно удерживает плиту при повороте на 180°. После поворота плита укладывается на декоративную пленку формируемого на транспортном листе пакета.

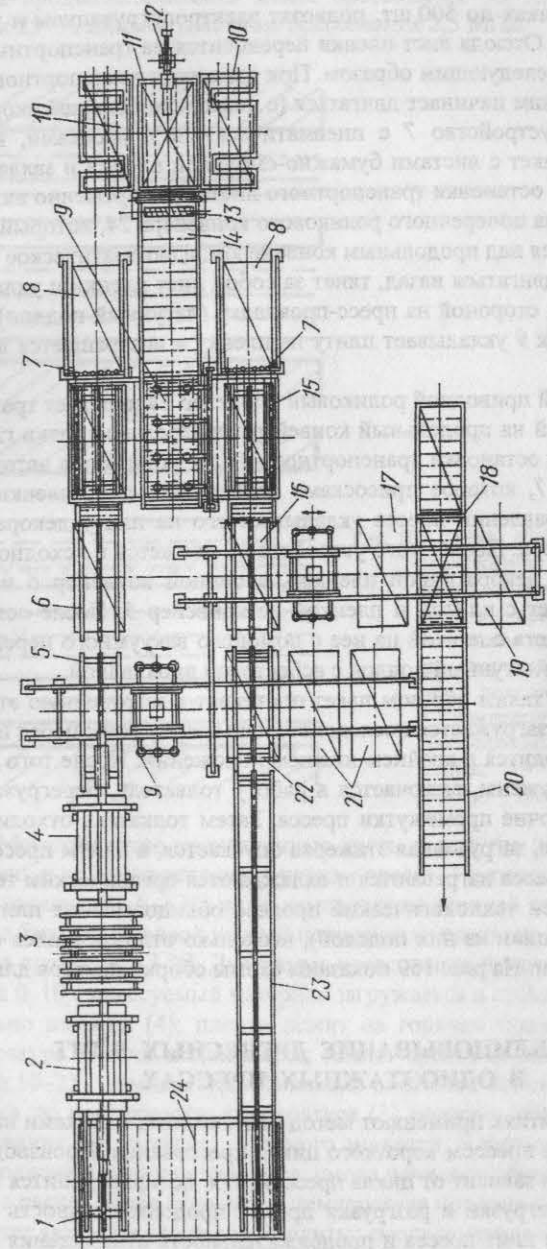


Рис. 168. Технологическая схема облицовывания плит в многоэтажном прессе: 1, 5, 6 – цепные конвейеры; 2 – разгрузочная этажерка; 3 – пресс; 4 – загрузочная этажерка; 7 – вакуумные устройства для укладки пленки; 8 – столы для пленки; 9 – вакуумные переключники; 10 – напольные роликовые конвейеры; 11, 18 – подъемные платформы; 12 – толкатель; 13 – щеточный валец; 14, 20 – приводные роликовые конвейеры; 15 – стол; 16, 22 – участки разборки пакетов; 17, 19 – передвигаемые тележки для плит; 21 – передвигаемые тележки для поддонов; 23 – продольные цепной конвейер; 24 – поперечный конвейер

Листы бумажно-смоляной пленки, предназначенной для облицовывания плит, в пачках по 500 шт. подвозят электропогрузчиком и укладывают на столы 8. Отсюда лист пленки переносится на транспортный лист, что выполняется следующим образом. При движении транспортного листа одновременно с ним начинает двигаться (с несколько большей скоростью) автоматическое устройство 7 с пневматическими присосками, которые опускаются на пакет с листами бумажно-смоляной пленки и захватывают один лист. После остановки транспортного листа одновременно включается привод подъема поперечного роликового конвейера 24, который немного приподнимается над продольным конвейером, а автоматическое устройство 7 начинает двигаться назад, тянет за собой лист пленки и укладывает его декоративной стороной на пресс-прокладку (латунный поддон). После этого переключатель 9 укладывает плиту на пленку и возвращается в исходное положение.

Поперечный приводной роликовый конвейер 24 передает транспортный лист с плитой на продольный конвейер параллельной ветки главного конвейера. После остановки транспортного листа включается автоматическое устройство 7, которое присосками захватывает лист пленки и при движении в направлении пресса укладывает его на плиту декоративной поверхностью вверх. После этого устройство 7 движется в исходное положение к стопе с декоративной пленкой, а цепной конвейер 6 передает транспортный лист с плитой и пленкой на конвейер 5. После остановки транспортного листа с плитой на нее с помощью вакуумного переключателя 9 укладывается латунный поддон с асбестовой прокладкой.

Собранный таким образом пакет поступает в загрузочную этажерку пресса. Этажерка загружается последовательно сверху вниз; перед началом загрузки она находится в крайнем нижнем положении. После того как все этажи будут загружены, включается в работу толкатель, перегружающий все пакеты в рабочие промежутки пресса. Затем толкатель отходит в исходное положение, загрузочная этажерка опускается, а плиты пресса смыкаются. Плиты пресса нагреваются и охлаждаются органическим теплоносителем. Возможен технологический процесс облицовывания плит пленками в два слоя (один из них подслой), несколько отличающийся от описанной технологии. На рис. 169 показаны схемы сборки пакетов для обоих случаев.

§ 4. ОБЛИЦОВЫВАНИЕ ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ В ОДНОЭТАЖНЫХ ПРЕССАХ

На предприятиях применяют метод отделки плит пленками на линии с одноэтажным прессом короткого цикла прессования. Производительность такой линии зависит от цикла прессования, который делится на продолжительность загрузки и разгрузки пресса, продолжительность размыкания и смыкания плит пресса и продолжительность отверждения смолы.

Общая продолжительность цикла прессования 90–120 с. За 1 ч может пройти 25–30 циклов. Давление прессования 2,5 МПа.

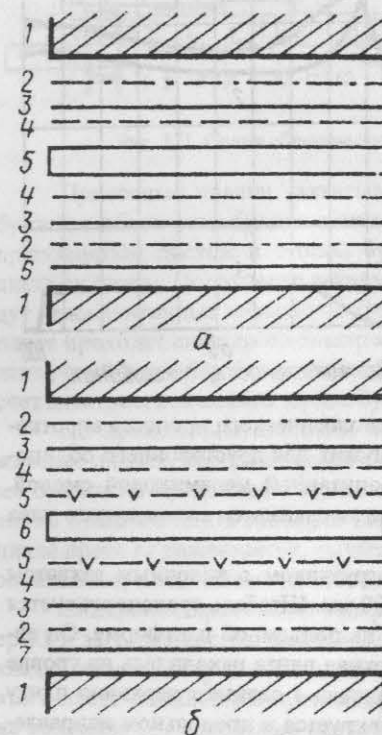


Рис. 169. Схемы сборки пакетов: а - при однослойном покрытии: 1 - плита пресса; 2 - компенсирующий материал; 3 - пресс-прокладка; 4 - декоративная пленка; 5 - ДСтП; 6 - транспортный лист; б - при покрытии с подслоем: 1 - плита пресса; 2 - компенсирующий материал; 3 - пресс-прокладка; 4 - декоративная пленка; 5 - пленка-подслой; 6 - ДСтП; 7 - транспортный лист

Металлические прокладочные листы и упругие прокладки (асбестовая ткань и др.) прикрепляют к плитам пресса. Температуру нижней плиты поддерживают на 6–8 °С ниже температуры верхней плиты. Температура должна быть одинаковой на всей поверхности плиты пресса; разность ее не должна превышать 3 °С. Диаграмма прессования приведена на рис. 170. В период 0–10 с прессуемый материал загружается в пресс; плиты пресса оптимально нагреты (4); пленка лежит на горячем поддоне без давления; температура пленки поднимается; плиты пресса начинают смыкаться. В период 10–25 с температура (2) пленки достигает максимума и смола растекается по поверхности; температура (3) поддона понижается; давление прессования (1) достигает заданного значения. В период 25–30 с температура поддона и пленки снижается; смола начинает отверждаться. В период 35–95 с расход тепла снижается; температура поддона и пленки повышается за счет аккумуляции тепла из плиты; смола полностью отверждается.

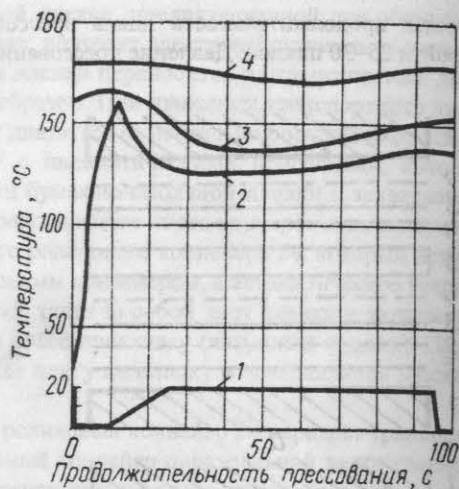


Рис. 170. Диаграмма прессования

По рис. 171 можно изучить ход технологического процесса коротко-тактовой прессовой линии. Установка служит для двустороннего облицовывания стружечных плит бумаги, пропитанной меламиновой смолой, грунтовочными пленками и отделочными пленками со слоем сухого клея на обратной стороне.

На роликовый конвейер 1 автопогрузчиком с вилочным захватом кладется штабель плит высотой 800–1 000 мм. Штабель транспортируется на роликовый конвейер 2, находящийся на подъемной платформе. Он автоматически поднимается так, чтобы верхняя плита находилась на уровне роляганга роликового конвейера 3. Толкатель 4 сдвигает верхнюю плиту на роликовый конвейер 3. Там она центрируется в продольном направлении, проходит для очистки щеточную машину 5 и останавливается фотоэлементом на конвейере 6.

На поперечный конвейер 7, который может опускаться и подниматься, кладется поддон с пропитанной бумагой и вдвигается в правую половину 2-этажной тележки 8. После этого поступает следующий поддон с бумагой для 2-го этажа тележки 8. На верхнем этаже бумага лежит декоративной стороной вверх, а на нижнем этаже – декоративной стороной вниз. Теперь оба поддона вдвигаются одновременно в подъемные каркасы 9, сверху и снизу конвейера 6 и там центрируются. На пустые полки правой стороны двойной тележки 8 в соответствии с производственной программой вдвигаются следующие два поддона с бумагой, и тележка передвигается так, чтобы пустые полки стояли перед подъемным каркасом 9. При замене бумаги пустые поддоны для бумаги выводятся с позиции 9 на тележку 8. Тележка 8 движется сбоку, и в это время происходит вдвигание новых поддонов в каркас 9. Таким образом, замена бумаги длится не более 2 мин.

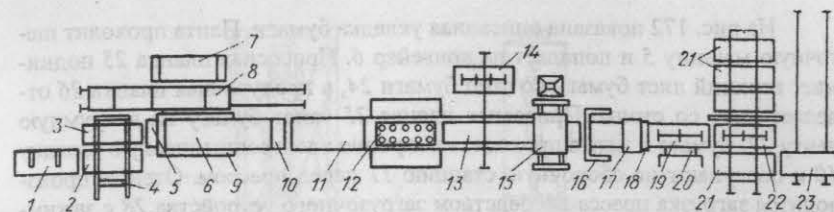


Рис. 171. Схема облицовывания плит в однопролетном прессе

Присосные планки захватывают передние кромки верхних листов бумаги с обеих сторон бумаги и поднимают их примерно на 50 мм. Между приподнятым листом и стопой бумаги вдувается воздух для отделения листа от стопы. После этого вакуумные планки тянут бумагу вперед и кладут ее на ленточные конвейеры. Верхний и нижний листы бумаги, а также плита проходят синхронно электростатическую зарядку 10 и поступают на ленточный конвейер 11, находящийся также на подъемной платформе. За счет электростатического заряда бумага прилипает к плите.

По продольным сторонам ленточного конвейера 11 находятся зажимные планки, которые теперь сдвигаются и захватывают плиту с листами бумаги по продольным кромкам. Подъемный стол опускается, так что листы бумаги и плита свободно висят в зажимных планках. По окончании цикла пресс 12 размыкается, рычаги с присосками поворачиваются в пресс, опускаются, захватывают за счет вакуума готовую плиту и поднимают ее.

Синхронно происходит теперь извлечение готовой плиты на конвейер 13 и загрузка пресса. Зажимные планки раздвигаются одна за другой и кладут новую плиту с листами бумаги на нижнюю плиту. Сразу же после этого пресс смыкается и происходит прессование. Готовая плита кладется на конвейер 13, присосные рычаги поворачиваются обратно, а зажимные планки и вакуумное поворотное устройство возвращаются на общей раме в свою исходную позицию. Вакуум-перекладчик 14 служит для укладки плит, облицованных вне пресса 12. После продольного центрирования на конвейере готовая плита проходит обрезку 15, где удаляются выступающие концы бумаги. Поперечной пилой 16 готовая плита делится в поперечном направлении, а продольной пилой 17 – в продольном.

Щеточная машина 18 очищает обе поверхности плиты. На роликовом конвейере 19 происходит осмотр плиты с двух сторон. Для этого служит контрольный кантователь 20. По команде, подаваемой кнопочным выключателем на малом пульте управления, задается, на какой из штабельных роликовых конвейеров 21 должна укладываться присосной тележкой 22 готовая плита. Плиты сортируются на три сорта. При достижении определенной высоты штабеля или числа плит в штабеле готовые плиты отправляются передвижной тележкой 23 и вилочным автопогрузчиком на склад.

На рис. 172 показана описанная укладка бумаги. Плита проходит щеточную машину 5 и попадает на конвейер 6. Присосная планка 25 поднимает верхний лист бумаги со стоп бумаги 24, а продувочная планка 26 отделяет лист со стопы. Присосная планка 25 тянет бумагу на вакуумную ленту 27. Бумага и плита проходят синхронно электростатическую зарядку 10 и поступают на сборочную станцию 11 перед прессом. Отсюда производится загрузка пресса посредством загрузочного устройства 28 с зажимными планками.

Другой вариант укладки бумаги показан на рис. 173. Плита проходит щеточную машину 7 и поступает на роликовый конвейер 5. Из нижнего этажа подъемно-опускающей этажерки 3 присосной планкой 4 вытягивается нижний лист декоративной бумаги, перемещается на сборочную станцию 8 и центрируется. После этого присосная планка 4 вытягивает из среднего этажа этажерки второй лист и укладывает на позицию 8. Плита на роликовом конвейере 5 поднимается механизмом 6, транспортируется на позицию 8 и во время обратного хода укладывается с центрированием на нижний лист бумаги. Затем присосная планка 4 подает следующий лист, а с верхнего этажа – верхний лист декоративной бумаги на позицию 8. Бумага и плита проходят электростатическую зарядку и поступают на позицию 2 перед прессом, откуда они загружаются в пресс 1 зажимными планками.

Для того чтобы достичь коротких периодов отверждения и, следовательно, высокой производительности, требуется высокая температура плит пресса. Она обычно находится в пределах 200–220 °С. Вследствие этого короткотактные прессы обогреваются чаще всего термомаслом.

Верхняя и нижняя плиты пресса снабжаются отдельными нагревательными контурами с индивидуальным регулированием температуры для возможности работы с различными температурами отверждения.

В соответствии с расчетным потребным количеством тепла насосы для нагрева греющих плит должны быть рассчитаны так, чтобы при максимальном расходе тепла разность температур на входе и выходе плиты не превышала 4 °С. Пресс обогревается следующим образом (рис. 174). В котле 2 термомасло разогревается до 230–240 °С. Дополнительный объем теплоносителя, возникающий при нагреве во всей нагревательной системе, воспринимается расширительным сосудом 3. Под действием выключателя уровня избыточное масло течет в сливной бак 1. Котельным насосом 4 горячее масло подается во вторичный циркуляционный контур пресса. Насосы пресса перекачивают термомасло через плиты пресса 8. Температурный датчик в подающей линии греющих плит регистрирует температуру и сообщает ее регулятору 7. Последний воздействует на 3-ходовой клапан 5, находящийся в отводной линии пресса.

При опускании температуры ниже заданного значения открывается 3-ходовой клапан в направлении котла и пропускает в него более холодное масло, а в это время горячее масло течет из котла к насосам 6 до тех пор,

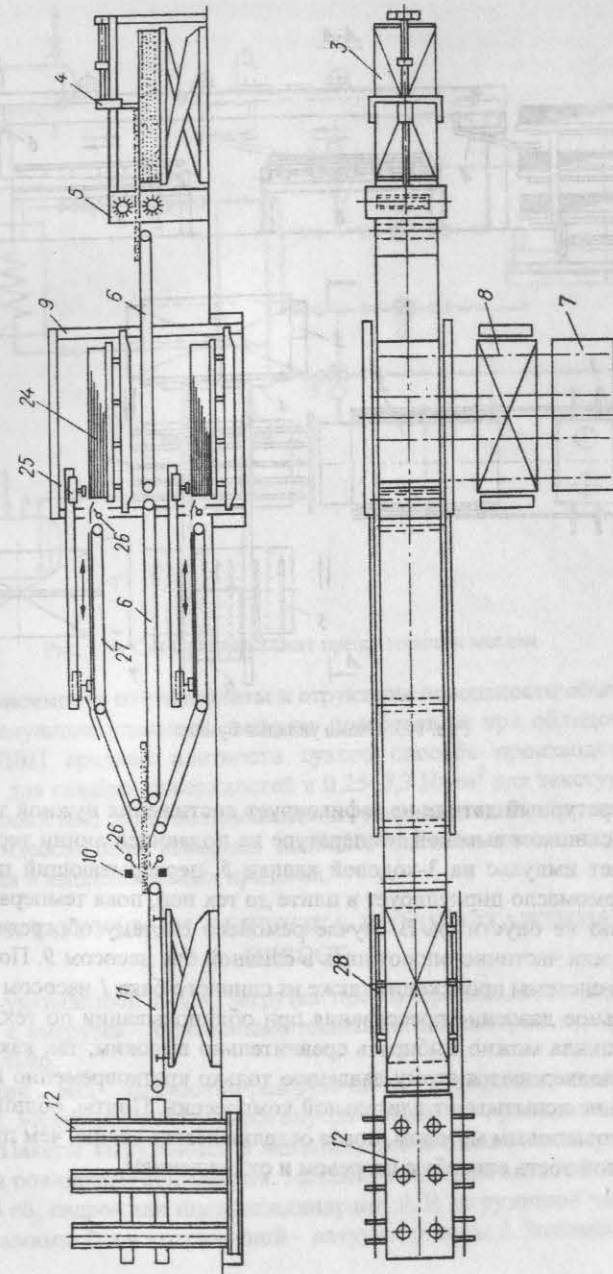


Рис. 172. Схема укладки бумаги

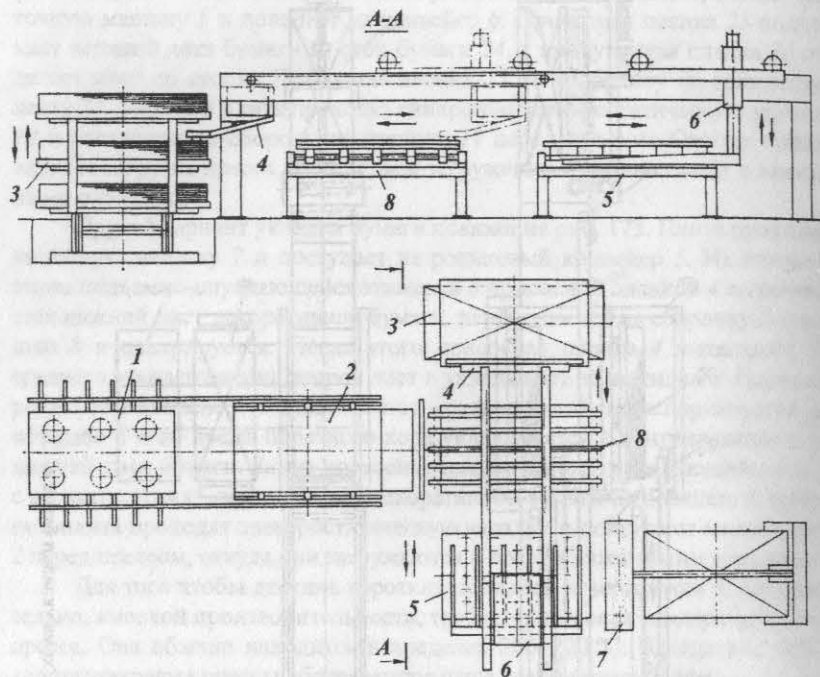


Рис. 173. Схема укладки бумаги

пока температурный датчик не зафиксирует достижения нужной температуры. При слишком высокой температуре на подающей линии терморегулятор подает импульс на 3-ходовой клапан 5, перекрывающий проход в котел, и термомасло циркулирует в плите до тех пор, пока температура соответственно не опустится. В случае ремонтов систему обогрева можно полностью или частично опорожнить в сливной бак насосом 9. Повторное заполнение системы происходит также из сливного бака 1 насосом 9.

Удельное давление прессования при облицовывании по технологии короткого цикла можно выбирать сравнительно высоким, так как плиты-подложки подвергаются этому давлению только кратковременно и поэтому никогда не испытывают длительной компрессии. Плиты, облицовываемые короткокатковым методом, после отделки всегда толще, чем прежде, в противоположность способу с нагревом и охлаждением.

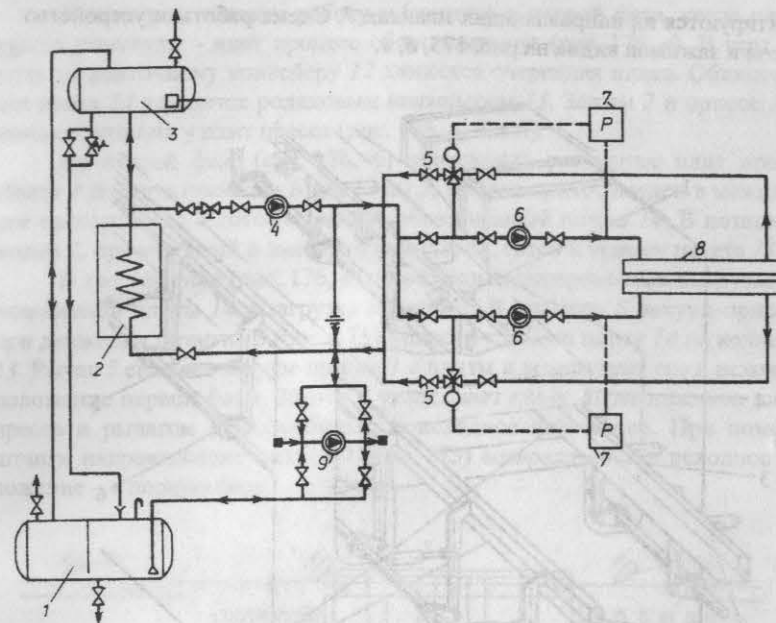


Рис. 174. Схема нагрева плит пресса горячим маслом

В зависимости от типа плиты и структуры поверхности обычно применяют следующие удельные давления прессования: при облицовывании ДСтП и ДВП средней плотности сухого способа производства $0,2-0,25 \text{ Н/мм}^2$ для гладких поверхностей и $0,25-0,3 \text{ Н/мм}^2$ для текстурированных поверхностей; при облицовывании твердолокнистых плит $0,3-0,4 \text{ Н/мм}^2$. Необходимо выбирать наиболее высокое значение давления прессования в вышеназванных пределах.

§ 5. ЗАГРУЗКА И ВЫГРУЗКА В ОДНОЭТАЖНОМ ПРЕССЕ

Как указывалось в § 4, загрузка пресса производится зажимными планками, а выгрузка – присосными планками. Рассмотрим эти процессы более детально.

Общий вид загрузочно-разгрузочного механизма показан на рис. 175, а. Механизм монтируется внутри пресса 8 и проходит через плиты 3 и 4. Пакеты загружаются в механизм ленточным конвейером, а выгружаются роликовым конвейером. Механизм снабжен штангой 10 с рычагами 5 и 6 кб, гидро- или пневмоцилиндрами 9. В загрузочной части установлены зажимы 2, а в выгрузочной – вакуум-присосы 1. Зажимы и присосы

сы монтируются на направляющих планках 7. Схема работы и устройство присосов и зажимов видна на рис. 175, б, в.

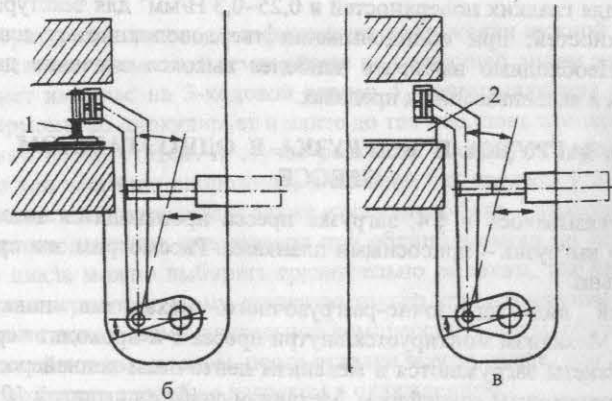
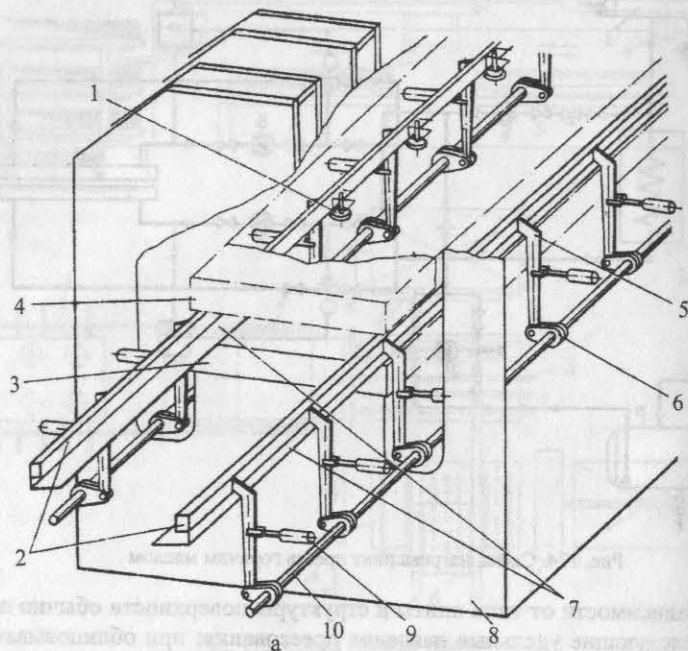
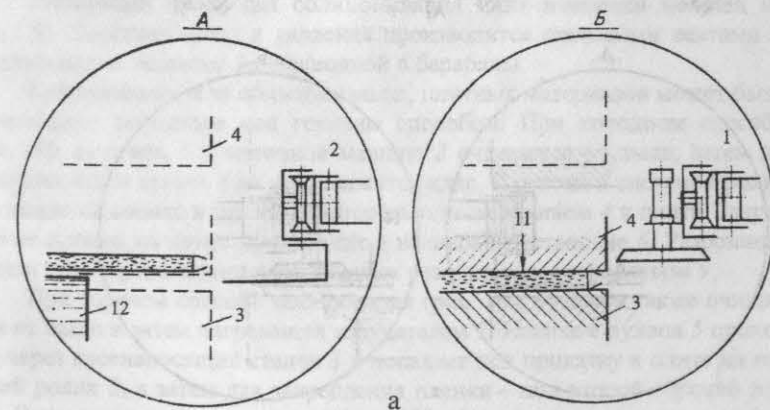
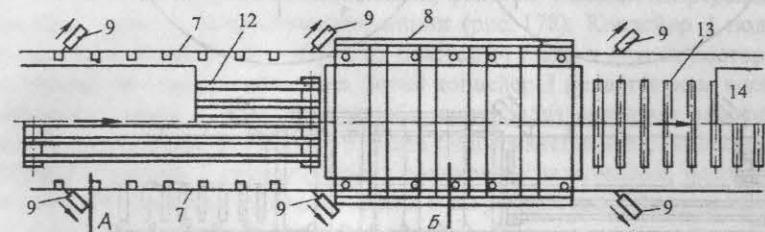


Рис. 175. Загрузочно-разгрузочный механизм одноэтажного пресса

Рассмотрим вначале работу механизма в первой фазе, когда плиты пресса сомкнуты – идет процесс облицовывания (рис. 176, а). В этот момент по ленточному конвейеру 12 движется очередная плита. Облицованная плита 14 удаляется роликовым конвейером 13. Зажим 2 и присос 1 занимают позиции у плит пресса (рис. 176, а, А и Б).

Во второй фазе (рис. 176, б) происходит раскрытие плит пресса. Плита 4 поднята (позиция Б) рычагом 5, вакуум-присос введен в межплитное пространство и готов к выносу облицованной плиты 14. В позиции А зажим 2, приведенный в движение рычагом 5, готов к приему пакета 11.

В третьей фазе (рис. 176, в) происходит одновременная выгрузка облицованной плиты 14 и загрузка пакета 11. В позиции Б вакуум-присосы при движении штанги 10 (рис. 175) вынесли готовую плиту 14 на конвейер 13. Рычаг 5 снимает вакуум-присос 1 с плиты и возвращает его в исходное положение первой фазы. Зажим 2 укладывает пакет 11 на нижнюю плиту пресса и рычагом 5 возвращается в исходное положение. При помощи штанги направляющие планки 7 (рис. 175) возвращаются в исходное положение – в первую фазу.



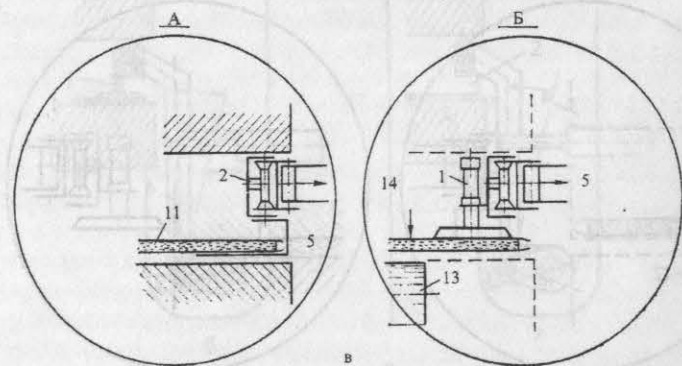
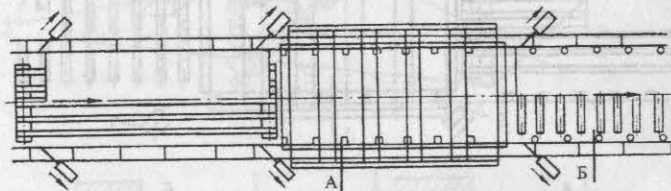
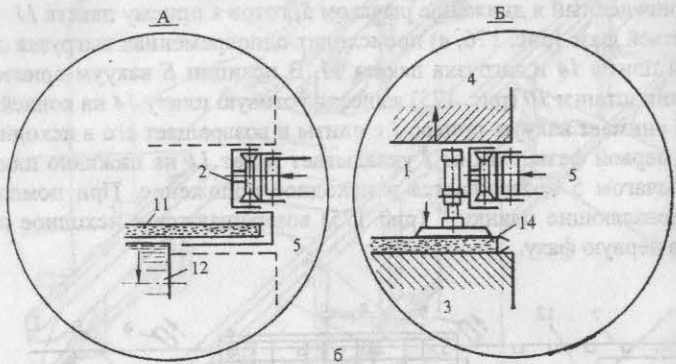
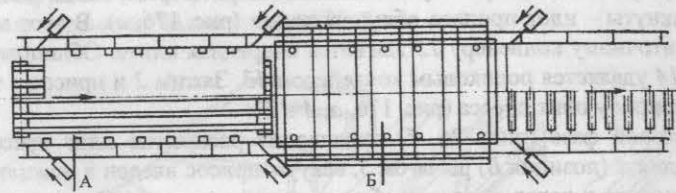


Рис. 176. Принцип работы загрузочно-разгрузочного механизма по фазам: а – облицовывание плиты; б – раскрытие пресса; в – выгрузка плит и загрузка пакетов

На размыкание пресса затрачивается 2 с; на движение направляющих планок в рабочее положение 1,5 с; на перемещение вакуум-присосов 1 с; на выгрузку и загрузку пресса 4 с; на отвод присосов 0,5 с; на возврат направляющих планок 1,5 с; на смыкание плит пресса 1,5 с; время на разгон частей механизма и другие потери 5 с.

§ 6. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОБЛИЦОВЫВАНИЯ ПЛИТ ШПОНОМ И ПЛЕНКАМИ

Для облицовывания плит древесным шпоном созданы линии, оснащенные одноэтажными прессами (рис. 177). С роликового конвейера 1 толкателем 2 плиты направляются в щеточную машину 11, а затем в клеенаносящий станок 10. По выходе из станка плита перемещается на дисковый конвейер 3. С каретки 4 на ленточный конвейер 5 укладывается лист шпона, на него кладется плита, а сверху – еще один лист шпона. Пакет готов для прессования и направляется в одноэтажный пресс 6. После облицовывания конвейер 7 выносит облицованные плиты в штабелеукладчик 8. Управляют работой установки с пульта 9.

Для облицовывания плит пленками, фольгой, тканями непрерывным способом имеются автоматические линии (рис. 178). Конвейер 1 подает плиты в устройство 2 для очистки их пластей от пыли и других посторонних частиц щеточными валиками. Затем конвейер 3 подает плиты в клеенаносящий станок 4, в котором на обе пласти плит вальцами наносится клей. В специальном устройстве 5 плита подогревается перед нанесением пленки. С рулонов 7, разматываемых роликовым механизмом, пленка валиками 6 накатывается на пласти плиты и закрепляется в вальковом прессе 8. Потом пленка обрезается по длине плиты.

Ленточный пресс для облицовывания плит пленками показан на рис. 179. Передача тепла и давления производится стальными лентами 1, натянутыми на ведомые 2 и приводной 6 барабаны.

Каширование, или облицовывание, плитных материалов может быть произведено холодным или горячим способом. При холодном способе (рис. 180, а) плита 1 в щеточной машине 2 очищается от пыли, затем на клеенаносящем станке 3 на нее наносится клер. С рулона 5 системой роликов подается пленка и прикатывается холодным валиком 4 к плите. Закрепление пленки на плите происходит в валиковой установке 6. Разрезание пленки под формат плиты производится резательным устройством 9.

При горячем способе каширования (рис. 180, б) плита также очищается от пыли и затем нагревается излучателем 7. Пленка с рулона 5 проходит через клеенаносящий станок 3 и попадает под прикатку к плите на горячий ролик 8, а затем для закрепления пленки – под второй горячей ролик. В гидравлическом прессе 11 (рис. 180, в) может происходить горячее или холодное каширование. Пленку 10 наносят на смазанную клеем плиту и помещают в пресс, плиты которого или горячие, или холодные.

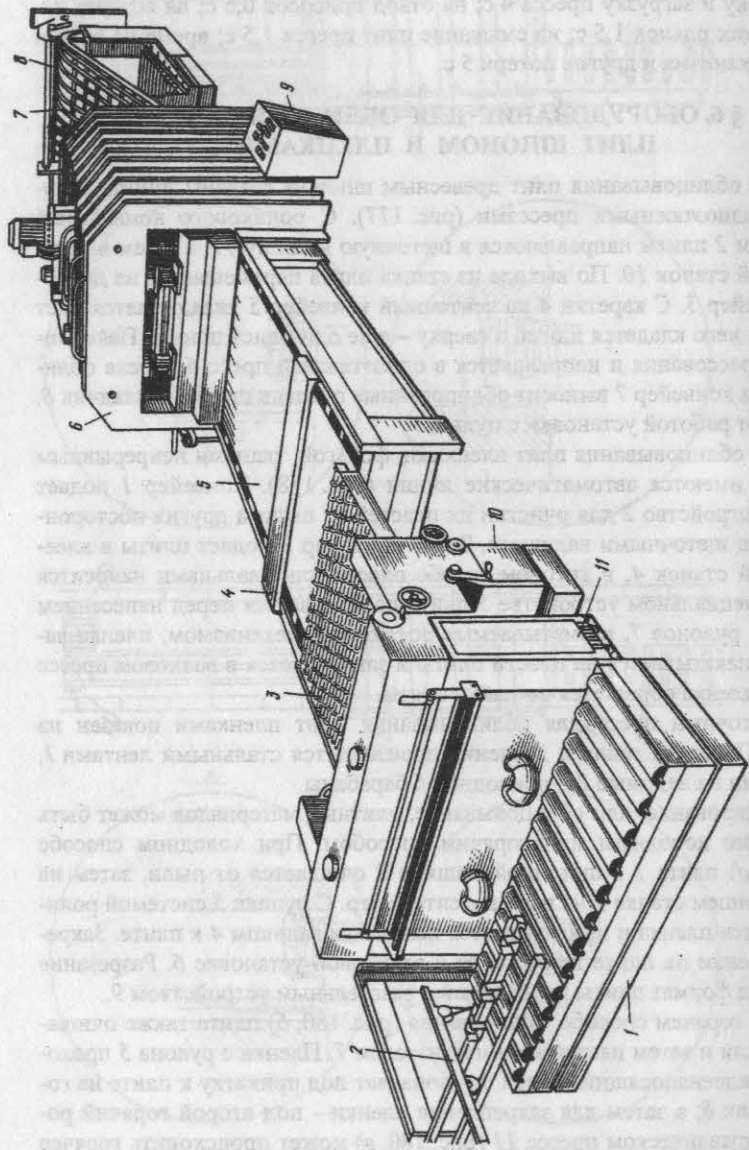


Рис. 177. Установка для облицовывания плит в однопролетном прессе

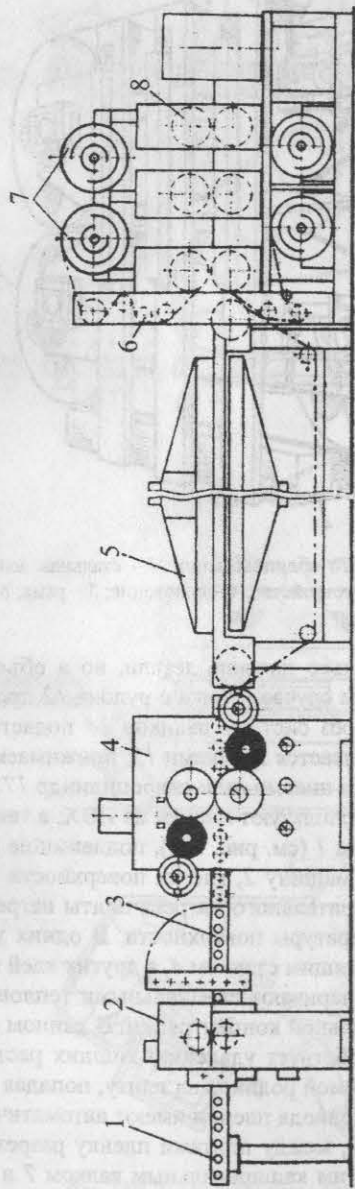


Рис. 178. Схема облицовывания плит шленками в роликовом прессе

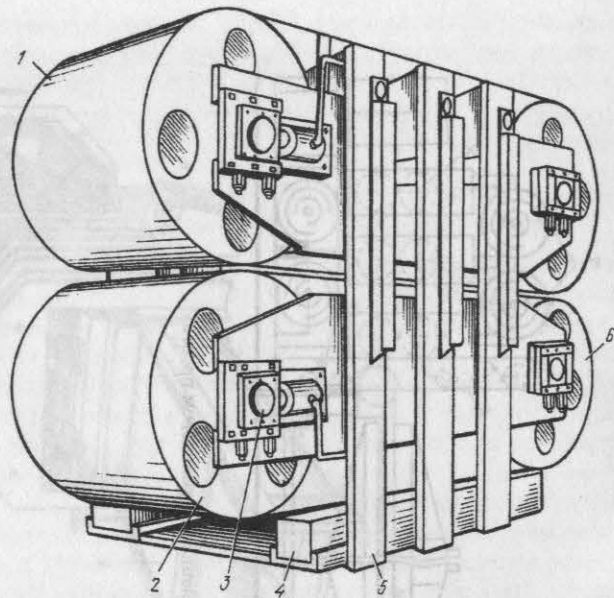


Рис. 179. Пресс для непрерывного облицовывания: 1 – стальная лента; 2 – барабан; 3 – натяжное устройство; 4 – основание; 5 – рама; 6 – приводной барабан

Кашировать можно не только плоские детали, но и объемные, как показано на рис 180, з. В данном случае пленка с рулона 12 проходит под клеенаносящим станком 13, через систему валков 14 подается на вращающееся изделие 18 и прикатывается валиками 15, прижимаемыми к изделию и пленке рычагом 16 через пневмо- или гидроцилиндр 17.

На линиях каширования используют пленки из ПВХ, а также пропитанные бумажные пленки. Плиты 1 (см. рис. 181), подлежащие облицовыванию, поступают в щеточную машину 2, где их поверхности обеспыливаются, а затем в зоне 3 предварительного нагрева плиты нагреваются до предварительно заданной температуры поверхности. В одних установках клей наносят на плиту клеенаносящим станком 4, в других клей наносят на обратную сторону пленки и выпаривают специальными тепловыми излучателями для получения оптимальной концентрации. В данном случае инфракрасный излучатель 5 способствует удалению лишнего растворителя из клея. Пленка 6 подается системой роликов на плиту, попадая под кашировальный валок 10. Системы привода пленки имеют автоматические устройства для сращивания пленок, между плитами пленку разрезает нож 9. Далее пленку прикатывают другим кашировальным валком 7 и складывают в штабель 8.

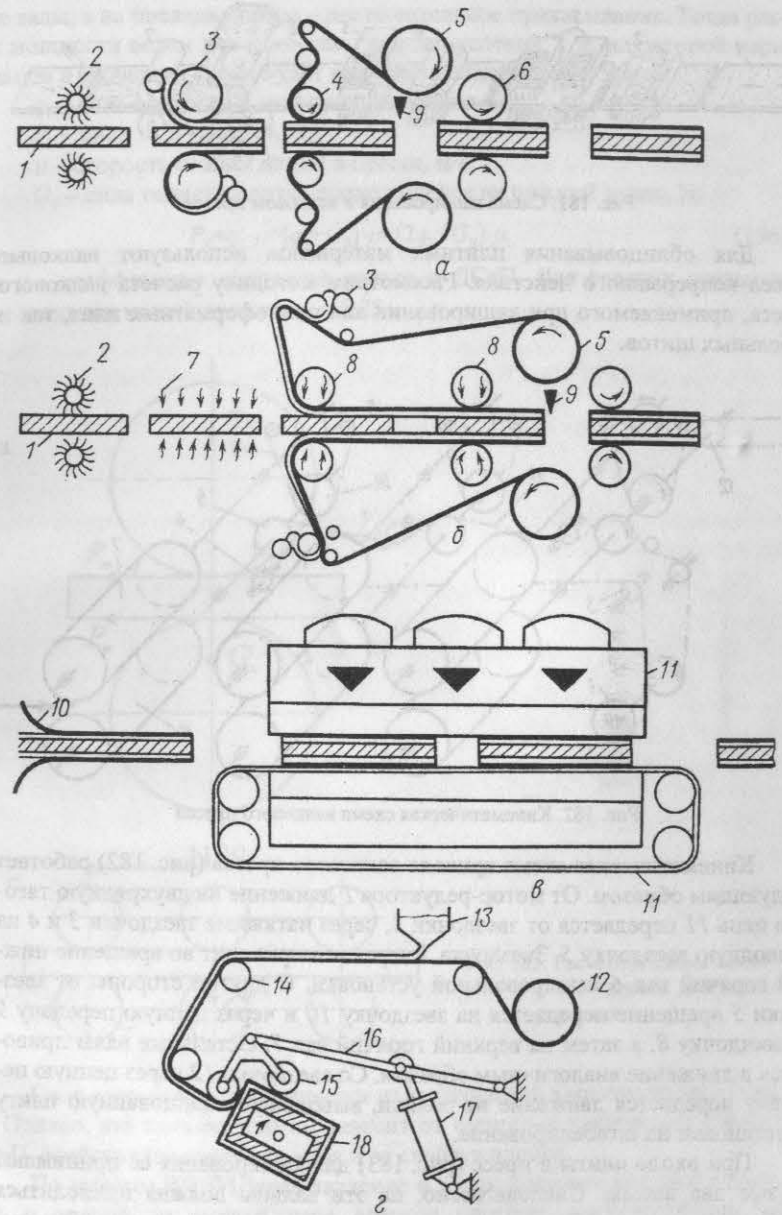


Рис. 180. Технологические схемы каширования

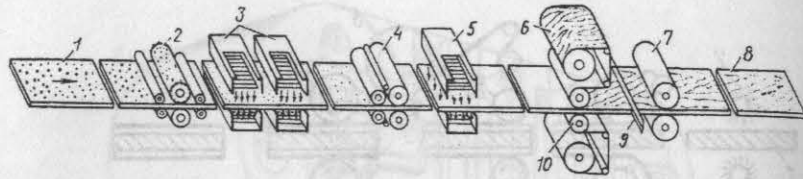


Рис. 181. Схема каширования в валковом прессе

Для облицовывания плитных материалов используют валковые прессы непрерывного действия. Рассмотрим методику расчета валкового прессы, применяемого при кашировании как полноформатных плит, так и мебельных щитов.

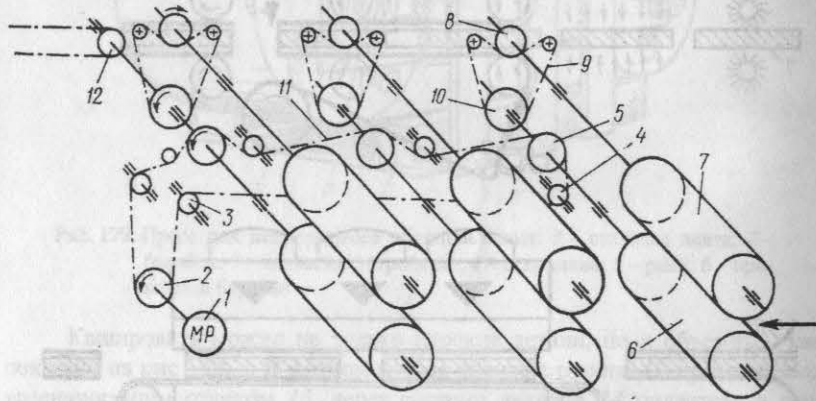


Рис. 182. Кинематическая схема валкового прессы

Кинематическая схема привода валкового прессы (рис. 182) работает следующим образом. От мотор-редуктора 1 движение на двухрядную тяговую цепь 11 передается от звездочки 2, через натяжные звездочки 3 и 4 на приводную звездочку 5. Звездочка 5 через вал приводит во вращение нижний горячий вал 6 кашировальной установки. С другой стороны от звездочки 5 вращение передается на звездочку 10 и через цепную передачу 9 на звездочку 8, а затем на верхний горячий вал 7. Остальные валы приводятся в движение аналогичным образом. Со звездочки 12 через цепную передачу передается движение на ролики, выводящие облицованную плиту из установки на штабелирование.

При входе плиты в пресс (рис. 183) для каширования её принимают первые два вальца. Следовательно, на эти вальцы должна приходиться наиболее тяжелая работа по перемещению плиты вдоль прессы. Однако, первая пара вальцов осуществляет накатку пленки, вторая пара – тесниль-

ные валы, а на последней паре – дополнительное прикатывание. Тогда расчет мощности ведем для наиболее тяжелых условий, т. е. для второй пары вальцов и расчетная схема будет выглядеть следующим образом:

q_T – сила прижима в зоне трения вальцов, Н;

P_T – сила тяги вальцов, Н;

v – скорость подачи плиты в прессе, м/с;

G_n – сила тяжести плиты, приходящейся на нижний валец, Н;

$$P_T = q_T \cdot \mu + (q_T + G_n) \cdot \mu = (2q_T + G_n) \cdot \mu, \quad (196)$$

где μ – коэффициент сцепления вальца с ДСтП. Для гладких стальных вальцов можно принять $\mu = 0,25$.

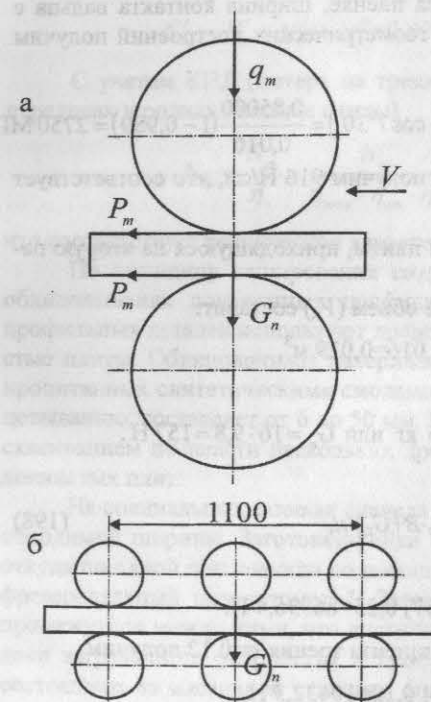


Рис. 183. Расчетная схема валкового прессы для каширования

Сила прижима q_T определяется из технической характеристики прессы. Однако, эта сила во многом зависит от физико-механических свойств ДСтП, свойств применяемого клея и от свойств пленки.

По данным ВНИИДрева давление в зонах контакта вальцов с пленкой и плитой на первой паре вальцов (накатка пленки) составляет $q_T = 500$ н/см, на второй паре (тиснение пленки) $q_T = 1000$ н/см и на третьей паре (прикатка пленки) $q_T = 500$ н/см.

Теоретически среднее удельное давление P_{cp} материала на валец определяют по формуле

$$P_{cp} = \frac{4ER}{h}(1 - \cos \alpha_k), \quad (197)$$

где E – модуль упругости древесной плиты, определяется в зависимости от свойств и марки плиты и находится в пределах 3 000...5 000 МПа.

Для каширования обычно применяют лучшие по физико-механическим показателям плиты, тогда примем $E = 5 000$ МПа;

R – радиус вальца, м. По технической характеристике пресса, $R = 0,2$ м;

h – толщина ДСтП, м; $h = 0,016$ м;

α_k – угол контакта вальца с пленкой и плитой.

По отпечаткам, полученным на пленке, ширина контакта вальца с пленкой составляет 30 мм. Тогда из геометрических построений получим $\alpha_k = 7^\circ 30'$

$$P_{cp} = \frac{4ER}{h}(1 - \cos \alpha_k) = \frac{4 \cdot 5000 \cdot 0,2}{0,016}(1 - \cos 7^\circ 30') = \frac{0,85000}{0,016}(1 - 0,989) = 2750 \text{ МПа}$$

При переходе на линейное давление получим 916 Н/см, что соответствует практическим рекомендациям.

Определим далее силу тяжести плиты, приходящуюся на вторую пару валцов.

При ширине плиты 1 830 мм, её объем (V_n) составит:

$$V_n = 1,1 \cdot 1,83 \cdot 0,016 = 0,029 \text{ м}^3,$$

тогда

$$G'_n = V_n \cdot \rho_n = 0,029 \cdot 700 = 16 \text{ кг или } G_n = 16 \cdot 9,8 = 157 \text{ Н.}$$

Сила тяги валцов:

$$P_T = (2q_T \cdot B + G_n) \cdot \mu, \quad (198)$$

где B – ширина плиты, см;

$$P_T = (2 \cdot 1000 \cdot 183 + 157) \cdot 0,25 = 86936,4 \text{ Н.}$$

С учетом приведенного коэффициента трения $\varphi = 0,12$ получим

$$P'_T = P_T \cdot \varphi = 86936,4 \cdot 0,12 = 10432,3 \text{ Н.}$$

Мощность на вторых валцах

$$N''_s = \frac{P'_T \cdot v}{1000} \text{ кВт}, \quad (199)$$

где v – скорость перемещения плиты по кашировальному прессу.

По технической характеристике пресса максимальная скорость

$$v = 20 \text{ м/мин или } v = 0,666 \text{ м/с,}$$

$$N''_s = \frac{10432,3 \cdot 0,666}{1000} = \frac{6947,9}{1000} = 6,95 \text{ кВт.}$$

Тогда по аналогичным расчетам мощность на первой и третьей парах валцов

$$N'_s = N'''_s = \frac{N''_s}{2} = 3,47 \text{ кВт.}$$

Мощность привода без учета КПД всех передач

$$N'_{np} = N'_s + N''_s + N'''_s = 3,47 + 6,95 + 3,47 = 13,89 \text{ кВт.}$$

С учетом КПД (потерь на трение в подшипниках качения, цепных передачах и роликах подачи плиты)

$$N_{np} = \frac{N'_{np}}{\eta_o} = \frac{N'_{np}}{\eta_{польн} \cdot \eta_{илп} \cdot \eta_s} = \frac{13,89}{0,77} = 18,03 \text{ кВт,}$$

что соответствует технической характеристике.

По принципу каширования созданы комплекты оборудования для облицовывания погонажных профильных изделий. В качестве основы профильных деталей используют древесностружечные и древесноволокнистые плиты. Облицовочным материалом служат пленки на основе бумаг, пропитанных синтетическими смолами. Толщина плит, подлежащих облицовыванию, составляет от 6 до 50 мм. Максимальная толщина достигается склеиванием по пласти нескольких древесностружечных или древесноволокнистых плит.

На специальных станках сначала получают заготовки в виде реек необходимой ширины. Заготовки-рейки (рис. 184) загружают в накопитель, откуда по одной при помощи подающих валков направляются в профилефрезеральный полуавтомат 1. Заготовки подаются в полуавтомат без промежутков между ними, что достигается синхронизацией скоростей подачи загрузочного устройства и профилефрезерального полуавтомата, состоящего из массивной станины, фуговального приспособления, шести шпинделей (одного нижнего, одного правого, одного левого, двух верхних и универсального, который может быть нижним, верхним или левым), регулируемого механизма подачи. Фуговальное приспособление позволяет снять до 10 мм материала по ширине и толщине заготовки.

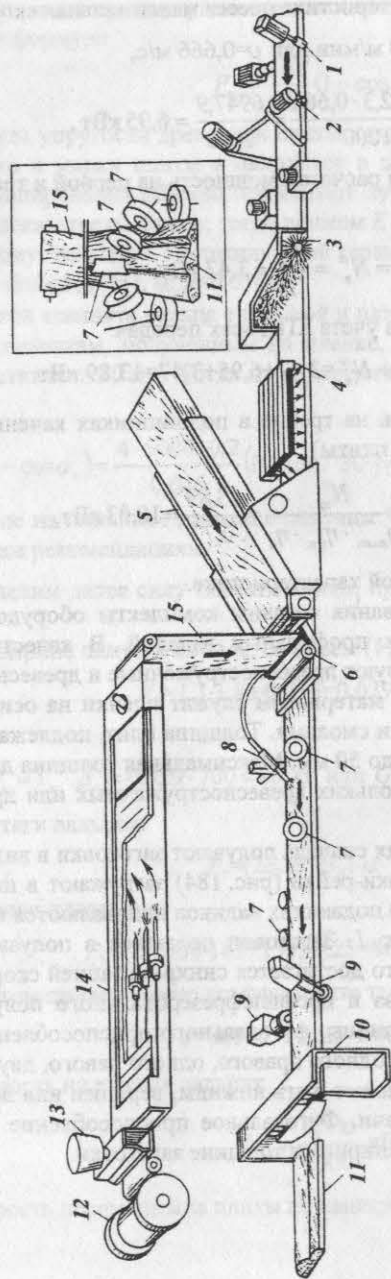


Рис. 184. Технологическая схема производства профильных изделий из плитных материалов

Фрезерование производится набором фасонных фрез диаметром от 100 до 180 мм. Режущие элементы фрез – твердосплавные сменные фасонные пластины. Выбор профиля фасонных фрез, расстановка по шпинделям полуавтомата производится в соответствии с конструкторской документацией на детали профильные погонажные. Точность настройки на каждый конкретный профиль проверяется по контурным калибрам. Регулирование скорости подачи зависит от материала заготовки, сложности профиля и регулируется бесступенчато. Рабочая скорость подачи 7 ± 2 м/мин. Отфрезерованные рейки без промежутков между ними по неприводному роликовому конвейеру подаются в профилешлифовальный полуавтомат 2, состоящий из массивной станины, трех шлифовальных агрегатов, щеточного устройства, регулируемого механизма подачи.

Шлифовальный агрегат состоит из шлифовальной головки, механизма ее перемещения и установки, системы управления. На каждой шлифовальной головке устанавливаются по два пробковых утюжка, в процессе шлифования совершающих возвратно-поступательное движение. Управление вертикальным и горизонтальным перемещением шлифовальной головки осуществляется при помощи электроавтоматики, причем возможно замедленное или ускоренное перемещение. Шлифовальная головка может быть повернута под нужным углом к профильной рейке. Имеется возможность регулировки давления шлифовальных утюжков на рейку и скорости движения шлифовальных утюжков. В зависимости от скорости подачи реек, давления и качества шлифования число оборотов двигателя шлифовальной головки устанавливается $1200 \dots 1500 \text{ мин}^{-1}$, давление шлифования $0,2 \dots 0,35 \text{ МПа}$. Высокое давление не всегда может обеспечить лучшее качество шлифования.

На выходе из профилешлифовального полуавтомата расположено щеточное устройство 3 для очистки профильных деталей от пыли. Рабочая скорость подачи профилешлифовального полуавтомата синхронизирована с профилефрезервальным полуавтоматом и составляет 7 ± 2 м/мин. Профильные рейки укладываются в штабель и отправляют к профилеоблицовочному полуавтомату, состоящему из станины, укрепленных на ней алюминиевых колец для крепления обрезиненных прижимных роликов 7, устройства для нанесения клея-расплава 6, активаторов клея-расплава, щеточного механизма, механизма подачи.

После очистки реек следует зона предварительного нагрева 4 профилей, обеспечивающая постоянную температуру поверхности. При облицовывании шпоном он может вдвигаться в клеенаносящий агрегат вручную или с помощью автоматического подающего механизма 5. Устройство для нанесения клея-расплава расположено в верхней части станины. Задаваемая максимальная температура нагрева должна соответствовать паспортным данным клея-расплава; для импортного клея она составляет $190 \dots 210 \text{ }^\circ\text{C}$. Время открытой выдержки этого клея до 40 с. Для регулиро-

вания нанесения клея-расплава имеется ракель, положение которого относительно клеенаносящего валика изменяется при помощи специального винта.

При облицовывании реек пленкой 12 нанесение клея 13 производится на обратную сторону пленки. Для обеспечения требуемого по технологии начального прилипания слой клея конденсируется в испарительно-сушильном канале 14. Для пленок из ПВХ используется клей с растворителем, для бумажных пленок — клей-расплав. Для активации нанесенного на декоративную пленку клея-расплава может быть включено в зависимости от сложности профиля до семи фенов-активаторов 5, позволяющих получить нагретый воздух температурой до 300 °С. Профильные детали облицовывают декоративными пленками, изготовленными с применением акриловой дисперсии.

Выступающие части шпона или пленки могут быть удалены с помощью фрезерных головок 9. Ширина облицовочных пленок не должна быть более 300 мм, диаметр рулона от 12 до 450 мм. Обрезиненные прижимные ролики (рис. 184) устанавливают так, что пленка с нанесенным на нее клеем-расплавом постепенно, сверху вниз обворачивает облицовываемые детали. Детали без промежутков подают в профилеоблицовочный полуавтомат, по выходе отделяют друг от друга резаком 10 и укладывают в штабель 11. Рабочая скорость облицовывания зависит от длины и сложности сечения детали и составляет 14±4 м/мин.

В дальнейшем профильные детали торцуют на нужные размеры, при необходимости торцы окрашивают или облицовывают декоративной пленкой в специальной вайме.

Оглавление

Введение.....	3
Раздел I. МАШИНЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЛИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ	
Глава 1. Основные понятия и схематика машин.....	5
§ 1. Рабочие органы и движения в машинах.....	5
§ 2. Классификация машин.....	6
§ 3. Структурная, технологическая, гидравлическая, пневматическая и электрическая схемы.....	7
§ 4. Кинематическая схема.....	8
Глава 2. Основные технико-экономические показатели оборудования.....	12
§ 1. Производительность машин.....	12
§ 2. Экономические показатели машин.....	14
§ 3. Технические показатели машин.....	14
§ 4. Этапы проектирования и изготовления станков и машин.....	16
Раздел II. ПРОЦЕССЫ РЕЗАНИЯ, ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ И РАЗМОЛА ДРЕВЕСИНЫ	
Глава 1. Сущность процесса резания.....	19
§ 1. Общие понятия и определения.....	19
Глава 2. Процессы станочной обработки резанием.....	23
§ 1. Классификация процессов резания.....	23
§ 2. Виды резания древесины.....	23
§ 3. Лушение и строгание шпона.....	28
§ 4. Резание древесины в рубительных машинах.....	32
§ 5. Измельчение древесины резанием.....	35
Глава 3. Процессы станочной обработки измельчением и размолом, геометрические размеры древесных частиц.....	44
§ 1. Вторичное измельчение древесных частиц.....	44
§ 2. Размол древесных частиц.....	48
§ 3. Применяемые сырьевые материалы.....	50
§ 4. Тип и геометрия частиц.....	51
§ 5. Геометрия стружек-отходов, опилок и волокна.....	52
Раздел III. КОНСТРУКЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ	
Глава 1. Окорка и распиловка древесины.....	53
§ 1. Назначение окорки и классификация оборудования.....	53
§ 2. Конструкции окорочного оборудования.....	54
§ 3. Оборудование для поперечной распиловки.....	56
Глава 2. Лушение шпона.....	58
§ 1. Лушлильные станки.....	58
§ 2. Кинематическая схема станка.....	60
§ 3. Полуавтоматические линии по производству лущеного шпона.....	62
Глава 3. Рубительные машины.....	64
§ 1. Дисковые рубительные машины.....	65
§ 2. Барабанные рубительные машины.....	69
§ 3. Технологические расчеты.....	71
Глава 4. Стружечные станки и размол древесины.....	73
§ 1. Классификация стружечных станков.....	73
§ 2. Станки с ножевым валом.....	75

§ 3. Станки фрезерного типа	77
§ 4. Центробежные стружечные станки	78
§ 5. Станки вторичного измельчения	81
§ 6. Молотковые дробилки	85
§ 7. Первичный размол. Дефибраторы	87
§ 8. Размол древесной массы	90
§ 9. Технологические расчеты	92
Глава 5. Технологические схемы подготовки сырья в производстве плитных материалов	106

Раздел IV. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ДРЕВЕСНЫХ ЧАСТИЦ

Глава 1. Оборудование для хранения измельченной древесины	114
§ 1. Бункера для хранения щепы и древесных частиц	114
§ 2. Механизмы для дозирования измельченной древесины	119
Глава 2. Оборудование для сушки измельченной древесины и шпона	125
§ 1. Классификация сушилок	125
§ 2. Барабанные сушилки	126
§ 3. Пневматические и комбинированные сушилки	130
§ 4. Классификация роликовых сушилок	132
§ 5. Воздушные роликовые сушилки	133
§ 6. Газовые роликовые сушилки	135
§ 7. Сушилки для пропитанного смолой шпона	137
Глава 3. Оборудование для сортировки измельченной древесины	139
§ 1. Механическое сортирование	139
§ 2. Воздушные сепараторы	142
§ 3. Сортирование массы в производстве ДВП	147
Глава 4. Оборудование для смешивания	148
§ 1. Классификация смесителей	148
§ 2. Тихоходные смесители	148
§ 3. Быстроходные смесители	150
§ 4. Технологические расчеты	153
§ 5. Смешивание в производстве ДВП мокрым способом	155
Глава 5. Формирующие и отливные машины	156
§ 1. Принципы формирования ковра	156
§ 2. Формирование ковра в производстве ДСтП	156
§ 3. Формирование ковра в производстве ДВП сухим способом	160
§ 4. Формирование ковра в производстве ДВП мокрым способом	162

Раздел V. ПРЕССЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЛИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Глава 1. Основные сведения о прессах	168
§ 1. Факторы прессования	168
§ 2. Схемы прессования в прессах различного типа	169
§ 3. Классификация прессов	175
Глава 2. Конструкции и элементы рамных и колонных гидравлических прессов	178
§ 1. Станина пресса	178
§ 2. Подвижный стол пресса	181
§ 3. Плунжерные гидроцилиндры	182
§ 4. Уплотнения, плиты и трубопроводы	185

Глава 3. Диаграммы прессования	188
§ 1. Прессование ДСтП	188
§ 2. Прессование ДСтП в каландровом прессе	189
§ 3. Прессование ДВП мокрым способом	190
§ 4. Прессование ДВП сухим способом	192
§ 5. Прессование древеснослоистых пластиков	193
Глава 4. Гидравлический привод прессов	195
§ 1. Особенности гидросистем прессов	195
§ 2. Насосно-аккумуляторный привод	196
§ 3. Гидросхема пресса для ДСтП	197
§ 4. Гидросхема пресса для ДВП	199
§ 5. Комбинированный привод и насосный привод с выдержкой под давлением	201
Глава 5. Околопрессовая механизация	203
§ 1. Механизмы загрузки и выгрузки прессов	203
§ 2. Конвейерные системы	209
§ 3. Механизмы для одновременного смыкания плит пресса	211
Глава 6. Устройство специальных прессов	214
§ 1. Прессы для подпрессовки пакета и ковра	214
§ 2. Прессы периодического действия для прессования плитных материалов	220
§ 3. Прессы непрерывного действия	229
§ 4. Специальные прессы	239
§ 5. Расчеты прессов	241
§ 6. Расчет прессов непрерывного действия	243
§ 7. Расчет каландрового пресса	250
§ 8. Расчет вертикального конвейера	258

Раздел VI. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОБРАБОТКИ И ОТДЕЛКИ ПЛИТ

Глава 1. Кондиционирование плит	262
§ 1. Кондиционирование ДСтП	262
§ 2. Термическая обработка плит	264
Глава 2. Распиливание, шлифование и сортирование плит	268
§ 1. Станки для обрезки плит	268
§ 2. Форматные станки	269
§ 3. Станки для раскрытия ковра	274
§ 4. Шлифование плит	274
§ 5. Сортирование плит	277
Глава 3. Оборудование для нанесения на плиты жидких материалов	279
§ 1. Классификация методов нанесения лакокрасочных покрытий	279
§ 2. Станки для подготовки плит к отделке	279
§ 3. Нанесение жидких материалов методом налива	280
Глава 4. Оборудование для облицовывания плитных материалов	284
§ 1. Технологическая схема облицовывания плит бумагой	284
§ 2. Оборудование для пропитки и сушки бумаги	287
§ 3. Формирование пакета и облицовывание плит в многоэтажном прессе	292
§ 4. Облицовывание древесных плит в одноэтажных прессах	294
§ 5. Загрузка и выгрузка в одноэтажном прессе	301
§ 6. Оборудование для облицовывания плит шпоном и пленками	305

Учебник

Евгений Иванович Карасев
Сергей Дмитриевич Каменков

ОБОРУДОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ

Под общей редакцией Е.И. Карасева

Редактор Л.Г. Кулагина

Компьютерная верстка Шамариной О.В.

По тематическому плану внутривузовских изданий учебной литературы на
2002 г., доп.

Лицензия ЛР № 020718 от 02.02.1998 г.

Лицензия ПД № 00326 от 14.02.2000 г.

Подписано к печати 10-7-02

Бумага 80 г/м² "Снегурочка"

Объем 20,25 п. л.

Тираж 550 экз.

Формат 60×88/16

Ризография

Заказ № 611

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

Телефоны: 588-57-62, 588-53-48, 588-54-15. Факс: 588-51-09.

E-mail: izdat@mgul.ac.ru