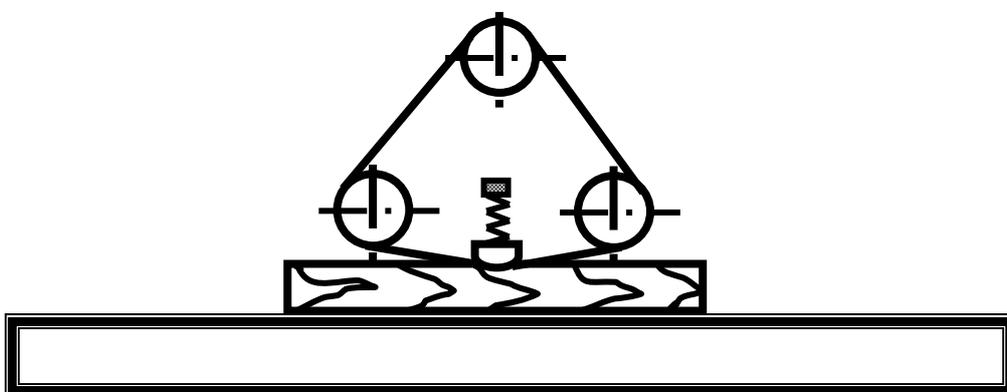




**И.Т. Глебов**

# **ОБОРУДОВАНИЕ ОТРАСЛИ:**

**КОНСТРУКЦИИ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ  
ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН**



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Уральский государственный лесотехнический  
университет**

**И.Т. Глебов**

**ОБОРУДОВАНИЕ  
ОТРАСЛИ:**

**КОНСТРУКЦИИ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ  
ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН**

Учебное пособие

Екатеринбург  
2004

УДК 674.05(075.8)

Рецензенты:

директор ФГУП УралНИИПдрев, канд. техн. наук А.Г. Гороховский,

председатель Научно-методического совета Уральского института подготовки и повышения квалификации кадров лесного комплекса, ректор, канд. с/х наук Е. М. Дорожкин

**Глебов И.Т.**

Оборудование отрасли: конструкции и эксплуатация деревообрабатывающих машин. Учебное пособие – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2004. – 286 с.

ISBN 5-230-25725-3.

Приведены определения основных понятий, необходимые разъяснения, расчеты технико-экономических параметров деревообрабатывающих машин, их конструкция и эксплуатация.

Книга адресована студентам специальностей 170402, 260200, а также специалистам лесопромышленного комплекса.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Уральского государственного лесотехнического университета.

УДК 674.05(075.8)

ISBN 5–230–25725–3

© И.Т. Глебов, 2004

© Уральский государственный  
лесотехнический университет,  
2004

Учебное издание

**Иван Тихонович Глебов,**

Оборудование отрасли:  
конструкции и эксплуатация  
деревообрабатывающих машин

Учебное пособие

Редактор Р.В. Сайгина

---

Подписано в печать	30.06.04	Формат 60 x 84
Бумага тип. №1	Печать офсетная	1/16
Усл. печ. л. 14,35	Тираж 300 экз.	Уч.– изд. л. 15,5
		Заказ

---

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

Размножено с готового оригинал-макета ГУП СО Талицкая  
типография: 623640, г. Талица, ул. Исламова, 2.

*Знание – это то, что наиболее существенным образом возвышает одного человека над другим*

Дж. Аддисон

## **Предисловие**

Учебная дисциплина "Оборудование отрасли" состоит из трех разделов: резания древесины и древесных материалов, дереворежущего инструмента и конструкций деревообрабатывающего оборудования. В предлагаемой книге излагается теоретический материал по последнему разделу учебной дисциплины: конструкция и эксплуатация деревообрабатывающих машин.

Это учебное издание, предназначенное для студентов лесотехнических вузов очной и заочной форм обучения специальности 260200. Книга может быть использована студентами специальности 170402 при изучении учебной дисциплины "Теория и конструкции деревообрабатывающих машин".

Предлагаемая книга по структуре подготовлена как учебное пособие, которое содержит все элементы аппарата и авторского текста.

В настоящее время для изучения учебных дисциплин "Оборудование отрасли" и "Теория и конструкции деревообрабатывающих машин" студентам предлагаются учебники "Оборудование и инструмент деревообрабатывающих предприятий" (Амалицкий В.В., Санев В.И., 1992 г.), "Теория и конструкции деревообрабатывающих машин" (Маковский Н.В. и др., 1975 г.), "Дереворежущие станки" (Манжос Ф.М., 1974 г.). Указанные книги морально и физически устарели. Кроме того, за последние годы номенклатура деревообрабатывающих машин на российском рынке резко изменилась. Появилось много импортных станков и линий, а отечественные предприятия наладили выпуск современных станков. В этих условиях необходимо учебное пособие, помогающее студенту адаптироваться к современной действительности.

Термины и обозначения, использованные в книге, унифицированы, единицы измерения физических величин приведены в соответствие с действующими стандартами.

## Введение

Лесопромышленный комплекс России, включающий лесозаготовительные предприятия, а также компании деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности, в настоящее время не относится к числу ведущих отраслей российской индустрии. Его доля в структуре промышленного производства в 2001 г. составляла 4,4%. Вместе с тем, численность занятых в отрасли превышает 1 млн человек, что придает ей высокий уровень социальной значимости.

Общее число предприятий, функционирующих в сфере лесозаготовки и переработки древесины, превышает 20 тыс. В основном это сравнительно мелкие компании, что указывает на низкий для российской промышленности уровень концентрации производства.

Лесопромышленный комплекс более остро, чем другие отрасли промышленности, ощутил влияние экономического кризиса 90-х годов. Спад производства в отрасли, начиная с 1993 г., существенно опережал общероссийские темпы сокращения выпуска продукции. Посткризисное улучшение общеэкономической конъюнктуры позитивно отразилось на предприятиях лесопромышленного комплекса.

Наметившийся экономический рост деревообрабатывающих предприятий вызвал потребность обновления машинного парка. Рынок станков для этого предлагает разнообразное импортное оборудование и оборудование отечественных станкостроительных заводов, таких как ОАО «Даниловский ЗДС», ОАО «Тюменский станкостроительный завод», АОЗТ «Боровичский ЗДС», ЗАО «Вологодский экспериментальный завод деревообрабатывающих станков», ОАО «Курганмашзавод» и др.

**Производство пиломатериалов.** До недавнего времени распиловка бревен и брусьев производилась в основном на лесопильных рамах и одно- и многопильных круглопильных станках. Однако в последние годы серьезным конкурентом вышеназванному оборудованию выступили ленточнопильные станки,

которые позволяют получить большой полезный выход пиломатериалов.

Ширина пропила для ленточнопильных станков ориентировочно составляет 2 мм, лесопильных рам - 4 мм и круглопильных станков - 6 мм. При выпиливании на ленточнопильных станках пиломатериалов толщиной 13 - 50 мм полезный выход по сравнению с лесопильными рамами повышается на 4 - 13%, а круглопильными станками – 8 - 27%. Таким образом, при выпиливании тонких досок эффективность применения ленточнопильных станков повышается.

Многое делается для упрощения эксплуатации ленточнопильных станков. Например, фирма "Пилотех" (Москва) освоила производство, подготовку, а главное, ремонт ленточных пил для наиболее распространенных в России моделей станков. При этом пилы поставляются шириной от 32 до 280 мм с разведенными, плющенными и упрочненными наваркой стеллитом зубьями.

Некоторые заводы выпускают ленточнопильные станки со шкивами небольшого диаметра. Это им выгодно, но недопустимо уменьшает прибыль пользователей данного оборудования за счет снижения долговечности пил. Известно, что чем больше диаметр шкивов, чем тоньше и длиннее ленточная пила, тем данная модель станка лучше для эксплуатационников.

Для повышения эффективности работы в области проектирования и комплектования лесопильных потоков, реализации лесопильного и деревообрабатывающего оборудования различных заводов-изготовителей, монтажа, пусконаладки лесопильного, деревообрабатывающего и заточного оборудования, обучения персонала, торговли запасными частями предприятия объединяются в группы. Так, в 1990 г. ведущие конструкторы ГКБД в г. Вологде основали общество с ограниченной ответственностью «Экодрев». Именно эта организация известна как создатель практически всех серийно выпускаемых в России вертикальных ленточнопильных станков, а также многопильных станков нового поколения, станков для переработки тонкомера и др. По документации, разработанной сотрудниками этой компании, производят оборудование такие заводы, как ОАО «Даниловский завод

деревообрабатывающих станков», ОАО «Северный коммунар», Вологодский станкозавод и др.

**Производство мебели.** Мебельная промышленность развивается наиболее динамично. Создается много частных мебельных фирм. Причем развитие их часто идет по следующему пути. Сначала фирмы покупают отечественные станки, а затем, "встав на ноги", – импортные станки. Так, например, мебельная компания "Янтарь" на начальном этапе своего развития использовала для раскроя ДСтП круглопильный станок Цб-2 без подрезного узла, а для обработки отверстий использовала настольные сверлильно-присадочные станки. Сегодня фирма имеет форматно-раскроечный станок немецкой фирмы "Altendorf" и сверлильно-присадочные станки итальянской фирмы "Vitar".

Мебельщики отдают предпочтение импортному оборудованию, которое дороже отечественного, но позволяет стабильно производить продукцию высокого качества. Наибольшим спросом пользуются комплексы для производства мебели, паркетные установки, линии для сращивания ламелей, производства мебельных фасадов. Популярными становятся токарные станки, оборудование для производства стульев.

В 2003 г. создана новая группа компаний - "Эмити", в круг интересов которой входит рынок деревообрабатывающего и мебельного оборудования, инструмента, расходных материалов и т.п. В группу "Эмити" входят несколько компаний с различными направлениями деятельности. Фактически создана структура, которая в состоянии решать любые вопросы, возникающие перед крупным предприятием: оснащение или модернизация производства, снабжение его комплектующими, инструментами или расходными материалами, обеспечение сервисного обслуживания.

Сервисное обслуживание предприятий, покупающих новое оборудование, укрепляется, организуется сопровождение оборудования на всех этапах его эксплуатации. Некоторые станкоторговые фирмы дают гарантии на оборудование до 1,5 лет. В связи с этим возрос спрос на грамотных специалистов.

# **Часть I. Общие сведения о деревообрабатывающих машинах**

## **1. Структура машин**

### **1.1. Типы машин**

С учетом социальной потребности и научно-технического уровня деревообрабатывающее оборудование может выполнять четыре функции: технологическую, энергетическую, управления и планирования.

Если техническое устройство выполняет технологическую функцию, то оно называется **рабочей машиной**.

**Рабочая машина представляет собой механизм или сочетание нескольких механизмов, осуществляющих определенные целесообразные движения для выполнения полезной работы.** В простейшем случае все движения рабочей машины выполняются вручную. Например, ворот для подъема воды из колодца, дрель для сверления отверстий, мясорубка позволяют выполнять полезную работу и имеют ручной привод.

**Рабочие машины, изменяющие форму и размеры обрабатываемой детали методом резания, называются станками.**

**Рабочие машины, производящие работу методом давления, называются прессами.**

**Машины, выполняющие рабочие операции без изменения формы, размеров и качества объекта труда, называются просто машинами (сортировочные, пакетформирующие, транспортирующие и др.).**

**Машины, осуществляющие физико-химическое воздействие на обрабатываемый объект, называются аппаратами.**

С целью облегчения труда рабочих, повышения производительности и улучшения качества выпускаемой продукции человек передает рабочей машине частично или полностью другие функции: энергетическую, управления, планирования.

**Если рабочей машине передается энергетическая функция (привод движений главного, подачи и др.), то машина становится механизированной.** Механизация только уменьшает или частично избавляет человека от тяжелого ручного труда, так как функция управления (включение, выключение, регулирование режима, загрузка и съем заготовок и т.д.) все равно остается за человеком.

**Если рабочей машине передать функции энергетическую и управления, то она превращается в автомат и полностью исключает непосредственное участие человека в работе.**

**Автомат** самостоятельно выполняет все рабочие и холостые ходы цикла по программе, заранее составленной и отлаженной человеком. В этом случае рабочая машина заменяет уже не только мускулы, но и в известных пределах мозг человека. За человеком остается только функция контроля, наладки, подготовки и замены программ.

Если рабочей машине передать еще функцию планирования (выбора нужной программы с помощью системы планирования работ), то за человеком остается только функция составления программ.

**Если функции энергетическая и управления переданы машине не полностью, то рабочая машина называется полуавтоматом.** Обычно на полуавтоматах рабочий вручную устанавливает, закрепляет и открепляет заготовку, включает подачу станка.

**Линии.** Для выполнения технологических операций рабочие машины устанавливают в линии, которые могут быть поточными, автоматическими или полуавтоматическими.

**Поточной называется линия рабочих машин, расположенных в порядке последовательности выполнения операций технологического процесса и требующих индивидуального обслуживания.** Входящие в поточную линию

машины могут быть связаны и не связаны транспортными средствами. В лесопильном цехе, например, работает одна или несколько поточных линий. Станки линий установлены в строгой последовательности выполнения технологических операций, и каждый станок обслуживается одним или несколькими рабочими. При этом станки связаны между собой транспортерами.

**Автоматической линией называется система машин, расположенных в технологической последовательности, объединенных средствами транспортировки, управления, автоматически выполняющая комплекс операций и нуждающаяся лишь в контроле и наладке.** Загрузка головной машины линии и съем готовой продукции производится загрузочно-разгрузочными устройствами.

Если некоторые операции линии выполняются с участием рабочего, то такая линия называется **полуавтоматической**.

## 1.2. Схемы машин

**Схемы – это конструкторские документы, на которых условными символами графически изображены составные части изделия, их взаимное расположение и связи.** Схема позволяет быстро разобраться в конструкции и последовательности действий элементов устройства.

Виды, типы и общие требования к выполнению схем установлены ГОСТ 2.701-84. Для проектирования и изучения конструкций деревообрабатывающего оборудования используются схемы: технологическая, кинематическая, гидравлическая, пневматическая, электрическая. Схемы выполняются без соблюдения масштаба. Пространственное расположение частей изделия можно не учитывать.

**Технологическая (принципиальная) схема. Технологической называют схему машины, отражающую принцип ее работы и характер движений ее рабочих органов и обрабатываемой детали.**

Технологическая схема показывает, какие движения рабочих органов должны быть сделаны для обеспечения

нормальной безопасной работы станка. На ней показываются условными очертаниями обрабатываемая деталь и инструмент, базирующие, направляющие, прижимные и подающие органы, их взаимное расположение и направление движения. На рис. 1 изображена технологическая схема круглопильного станка для продольной распиловки пиломатериалов.

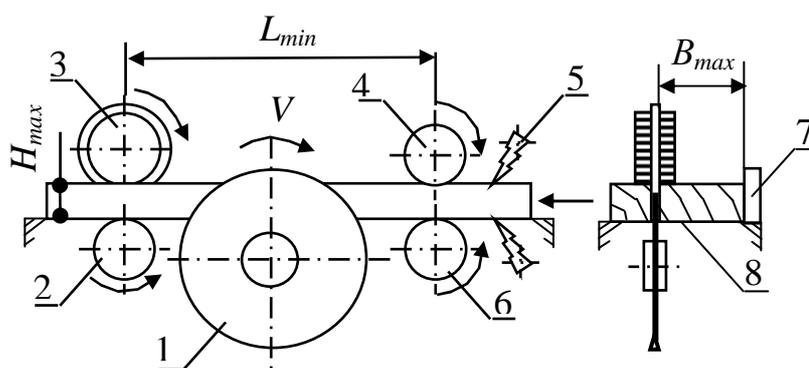


Рис. 1. Технологическая схема станка ЦА-2А

На схеме показаны пила 1, нижние подающие вальцы 2 и 6, верхние подающие вальцы 3 и 4, верхняя и нижняя когтевые завесы 5, предотвращающие обратный выброс заготовки 8, и боковая направляющая линейка 7. Заготовка взаимодействует со всеми указанными элементами станка. При этом каждый рабочий орган выполняет свою конкретную функцию. Стрелками показано направление движения заготовки и рабочих органов станка. На схеме указывается также максимальный и минимальный размеры обрабатываемой заготовки.

**Кинематическая схема.** Каждый станок состоит из кинематических элементов (звеньев) – валов, шестерен, шкивов, звездочек и т.п. Взаимодействующие друг с другом звенья образуют кинематические пары. Из кинематических пар образуются кинематические цепи, которые связывают двигательные механизмы станка с исполнительными.

**Кинематическая схема станка отражает способ передачи движений в машине от двигательных механизмов к исполнительным.**

Условные обозначения элементов кинематических схем выполняются по ГОСТ 2.770-68. Правила выполнения изложены в ГОСТ 2.703-75.

На рис. 2 приведена кинематическая схема механизма главного движения круглопильного станка.

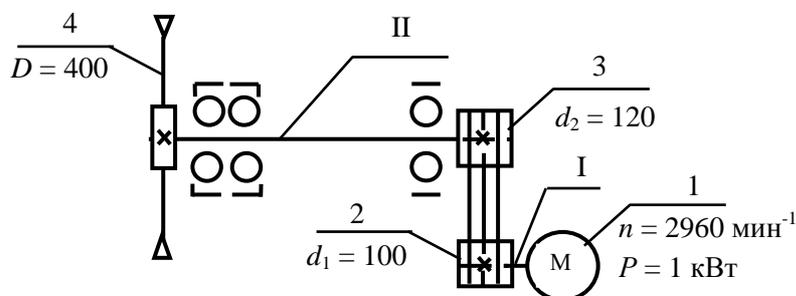


Рис. 2. Кинематическая схема механизма главного движения круглопильного станка

Движение от электродвигателя 1 через клиноременную передачу, включающую шкивы 2 и 3, передается пиле. Кинематическую схему читают так: движение с вала I электродвигателя передается на пильный вал II ременной передачей.

Кинематическая схема позволяет рассчитать скорости рабочих движений станка или подобрать кинематические пары по заданным скоростям рабочих движений. Для этого на схеме приводится обозначение и характеристика всех входящих в нее элементов.

При выполнении кинематических расчетов всегда определяется передаточное число кинематической цепи.

**Передаточное число кинематической цепи равно отношению частоты вращения вала двигателя к частоте вращения вала исполнительного элемента и равно произведению передаточных чисел отдельных кинематических пар, при этом передаточное число кинематической пары равно отношению диаметра ведомого шкива (числа зубьев шестерни, звездочки) к диаметру ведущего шкива (числу зубьев шестерни, звездочки).**

Это правило можно записать следующим образом:

$$U = \frac{n_{\partial\delta}}{n_{u.o}} = U_{p.n} U_{z.n} \dots U_{ц.n} = \frac{d_2}{d_1} \frac{z_4}{z_3} \dots \frac{z_6}{z_5}, \quad (1)$$

где  $n_{\partial\delta}$  – частота вращения вала двигателя кинематической цепи, мин<sup>-1</sup>;

$n_{u.o}$  – частота вращения вала исполнительного органа, мин<sup>-1</sup>;

$U_{p.n}$ ,  $U_{z.n}$ ,  $U_{ц.n}$  – передаточное число соответственно передач ременной, зубчатой, цепной;

$d_2$ ,  $z_4$ ,  $z_6$  – диаметр и числа зубьев ведомых соответственно шкива, зубчатого колеса и звездочки;

$d_1$ ,  $z_3$ ,  $z_5$  – диаметр и числа зубьев ведущего соответственно шкива, зубчатого колеса и звездочки.

**Пример.** Определить скорость главного движения пилы по схеме (рис. 2).

*Решение.* Составим уравнение передаточного числа кинематической цепи.

$$U = \frac{n_{\partial\delta}}{n_n} = U_{p.n} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{120}{100} = 1,2.$$

Отсюда частота вращения пилы

$$n_n = \frac{n_{\partial\delta}}{U} = \frac{2960}{1,2} = 2467 \text{ мин}^{-1}.$$

Скорость главного движения

$$V = \frac{\pi D n}{60000} = \frac{\pi \cdot 400 \cdot 2467}{60000} = 51,6 \text{ м/с}.$$

**Гидравлическая схема. Гидравлической называют схему, отражающую состав и соединение элементов, входящих в гидравлический механизм.**

В состав гидравлических систем входят следующие элементы: насосная установка (гидростанция), трубопроводы (шланги гибкие), распределительная и контрольно-регулирующая аппаратура, гидродвигатели (гидроцилиндры и гидромоторы). Насосная установка (гидростанция) представляет собой совокупность одного или нескольких насосных агрегатов и гидробака для минерального масла, конструктивно оформленных в одно целое.

Как правило, она комплектуется гидроаппаратурой (предохранительным, обратным клапаном и др.), манометром, фильтром, системой терморегулирования. Предназначена она для подготовки потока масла к работе.

Пример гидросхемы деревообрабатывающего станка показан на рис. 3. Эмпликация элементов схемы приведена в табл. 1.

Гидравлической схемой предусмотрена защита гидросистемы от перегрузок, очистка рабочей жидкости, раздельная или совместная работа исполнительных гидроцилиндров.

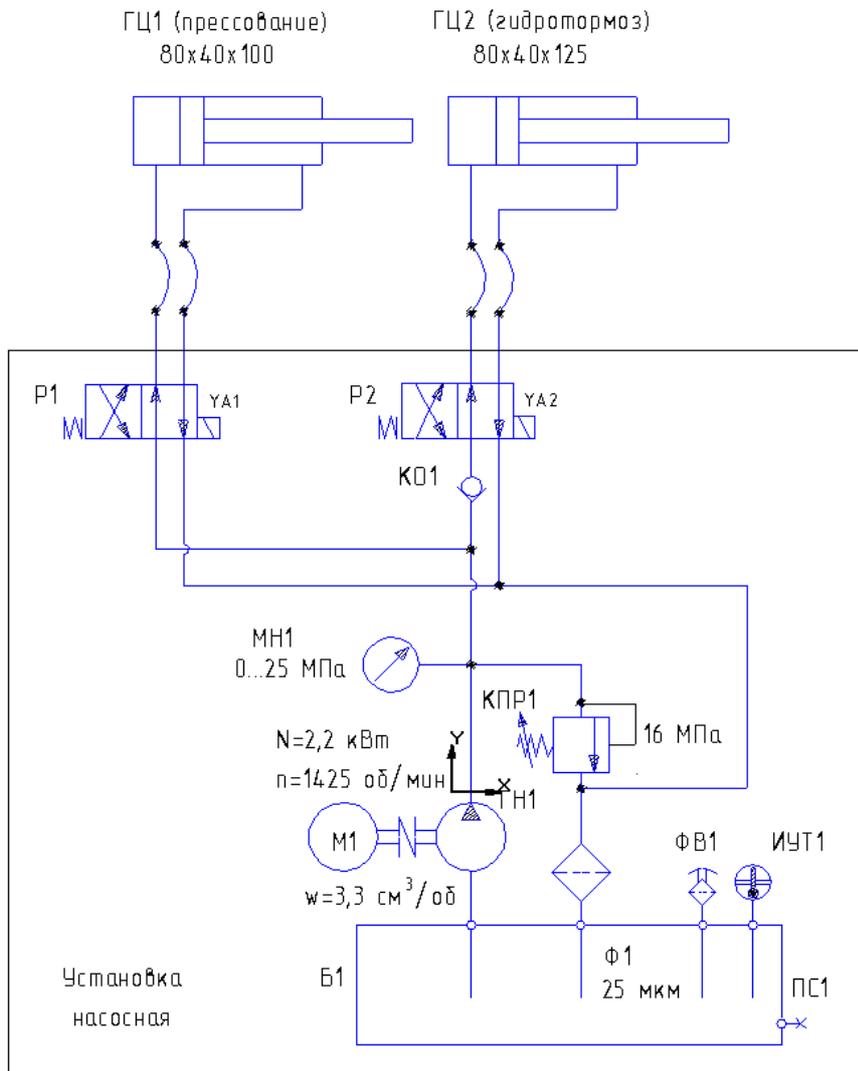


Рис. 3. Гидравлическая схема управления работой гидроцилиндров деревообрабатывающего станка

Таблица 1

Спецификация гидравлических элементов по схеме рис. 3

Поз.	Наименование	Основные характеристики
ГН1	Насос шестеренный PGP503A0033AP2D1NE3T2B1B1	$W = 3,3 \text{ см}^3/\text{об}$ , $n_{\text{max}} = 4000 \text{ мин}^{-1}$ , $p_{\text{max}} = 27,5 \text{ МПа}$
КПР1	Клапан предохранительный VMP/V/L5-38-G3	$p = 1,0 \dots 25 \text{ МПа}$
P1,P2	Гидрораспределитель двухпозицион- ный, четырехлинейный PX 06.574- 024/00DT	Сх.574, $D_y = 6 \text{ мм}$ , $p_{\text{max}} = 31 \text{ МПа}$ , $U = 24 \text{ В}$
КО1	Клапан обратный КОМ6/3	$D_y = 6 \text{ мм}$ , $p_{\text{max}} = 32 \text{ МПа}$ , $Q_{\text{max}} = 30 \text{ л/мин}$
Б1	Гидробак	$V = 20 \text{ л}$
Ф1	Фильтр сливной ОМТФ-40BN	$t = 10 \text{ мкм}$
ФВ1	Фильтр заливная горловина-сапун TR-1	$t = 40 \text{ мкм}$
ИУТ1	Измеритель уровня и температуры FLT223	$0-100^\circ\text{C}$
МН1	Манометр 213.53.63	кл.1, глицерин, $p = 0-250 \text{ МПа}$
ГЦ1	Гидроцилиндр 017.80.40.100	80/40-100, $p_{\text{max}} = 16 \text{ МПа}$
ГЦ2	Гидроцилиндр 017.80.40.125	80/40-100, $p_{\text{max}} = 16 \text{ МПа}$
М1	Электродвигатель АИР90L4У3	$N = 2,2 \text{ кВт}$ , $n = 1425 \text{ мин}^{-1}$

**Пневматической** называют схему, отражающую состав и соединение элементов, входящих в пневматический механизм машины. Начертание пневматических схем сходно с начертанием гидросхем, но проще, поскольку пневматические механизмы работают обычно от централизованной установки сжатого воздуха (компрессора), который не изображается на схеме. Кроме того, эти механизмы не требуют трубопроводов для отвода отработанного воздуха. Отработанный воздух выбрасывается в атмосферу.

**Электрическая схема** изображает состав и соединение электрических элементов станка. Для их начертания приняты условные обозначения, установленные ГОСТ 2.701-76.

В электрической схеме различают две цепи: силовую цепь и цепь управления. В силовую цепь включают электродвигатели, силовые электромагниты, вводные рубильники, предохранители,

силовые контакты контакторов, нагревательные элементы и др. Силовая цепь замыкается и размыкается под действием цепи управления.

В цепь управления включаются кнопки управления, обмотки контакторов, путевые выключатели, реле управления и защиты и другие элементы управления. По цепи управления должен протекать электрический ток небольшой величины. Для повышения надежности и безопасности эксплуатации цепь управления подключается на пониженное напряжение с помощью трансформатора. Так, например, силовая цепь имеет напряжение 380 В, а цепь управления питается напряжением 36, 110 В.

На рис. 4 приведена электрическая принципиальная схема управления электродвигателем станка.

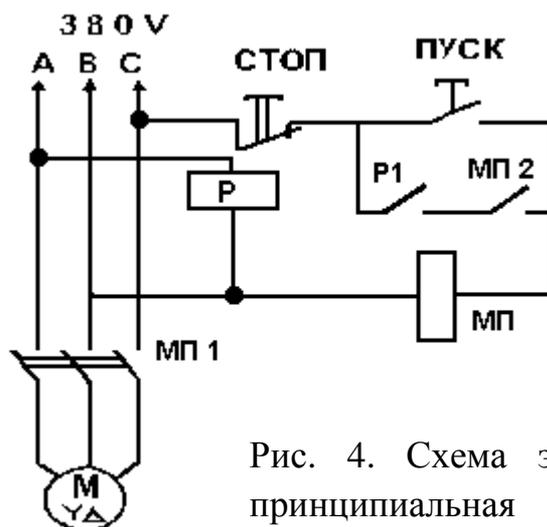


Рис. 4. Схема электрическая принципиальная для пуска электродвигателя

В обычную систему запуска трехфазного двигателя введено дополнительное реле Р с нормально разомкнутыми контактами Р1. При наличии напряжения в трехфазной сети обмотка дополнительного реле Р постоянно находится под напряжением и контакты Р1 замкнуты. При нажатии кнопки "Пуск" через обмотку электромагнита магнитного пускателя МП проходит ток и системой контактов МП1 электродвигатель подключается к трехфазной сети. При случайном отключении от сети провода А реле Р будет обесточено, контакты Р1 разомкнутся, отключив от

сети обмотку магнитного пускателя, который системой контактов *МП1* отключит двигатель от сети. При отключении от сети проводов *B* и *C* обесточивается непосредственно обмотка магнитного пускателя. В качестве дополнительного реле *P* используется реле переменного тока типа МКУ-48.

### **1.3. Классификация и индексация деревообрабатывающих станков**

Классификацию выполняют по технологическому и конструктивным признакам.

*По технологическому признаку* деревообрабатывающее оборудование подразделяется на дереворежущие станки общего и специального назначения, клеильно-сборочное, прессовое, отделочное и сушильное оборудование.

К дереворежущим станкам относят лесопильные рамы, ленточнопильные и круглопильные станки для продольного и поперечного пиления, фрезерующие (продольно-фрезерные, фрезерные, шипорезные и копировальные станки), сверлильные, долбежные станки, токарные, круглопалочные, строгальные, лущильные и циклевальные станки, гильотинные и дисковые ножницы, шлифовальные, корообдирочные и дробильные станки.

К клеильно-сборочному оборудованию относят оборудование, работающее без клея и с клеем. Соединение деталей в изделие может производиться гвоздями, сшиваться проволокой или обвязываться проволокой. К оборудованию, работающему с клеем относят машины для приготовления и нанесения клея, оборудование для облицовывания пластей и кромок щитов, склеивания деталей по сечению, сборочное оборудование (ваймы, прессы).

К отделочному оборудованию относят машины грунтовальные, лако- и красконаносящие, машины для облагораживания покрытий.

*По конструктивным признакам* выделяют следующие классификационные группы машин:

– *по числу одновременно обрабатываемых деталей* различают машины одно-, двух-, трех-, многопредметные, а также одно-, двух-, трех-, многопоточные;

– *по числу одновременно обрабатываемых сторон детали* – машины одно-, двух-, трех-, четырехсторонние;

– *по числу позиций обработки* – машины одно-, двух-, трех-, четырех-, многопозиционные;

– *по числу шпинделей с главным рабочим органом* – машины одно-, двух-, трех-, четырех-, многошпиндельные;

– *по схеме (траектории) движения обрабатываемой детали* – машины с замкнутой или разомкнутой схемой движения (с прямолинейной или криволинейной траекторией);

– *по компоновке машины* – с вертикальной, горизонтальной, круговой и звездообразной компоновкой;

– *по степени конструктивной преемственности* – оригинальной конструкции, унифицированные, нормализованные, агрегатированные.

– *по характеру относительного перемещения заготовки и инструмента* – различают машины цикловые с прерывистым перемещением заготовки или инструмента и проходные с непрерывным перемещением заготовки.

*По технологическому признаку станки общего назначения* подразделяются на следующие типы: окорочные, лесопильные рамы, ленточнопильные, круглопильные, продольно-фрезерные, фрезерные, шипорезные, сверлильные, сверлильно-пазовальные, долбежные, токарные, и шлифовальные.

Для обозначения типов станков принята буквенно-цифровая индексация (табл. 2).

Кроме этих букв для указания характерного максимального параметра и модели станка проставляют соответствующие цифры. **Цифры после первой буквы** индекса указывает на количество рабочих органов или агрегатов станка. Например, С2Ф - фуговальный станок с двумя (горизонтальный и вертикальный) фрезерными валами.

**Цифры после букв индекса** характеризуют основной параметр станка, а цифры после тире – номер модели.

Таблица 2

Буквенная индексация деревообрабатывающих станков

Тип станка	Обозначение	Тип станка	Обозначение
Окорочный	ОК	Рейсмусовый	СР
Лесопильные рамы:		Четырехсторонний продольно-фрезерный	С
вертикальная	Р	Фрезерный	Ф
двухэтажная	2Р	Шлифовальный	Шл
горизонтальная	РГ	Шипорезные для рамного шипа:	
Ленточнопильные:		односторонние	ШО
для распиловки бревен	ЛБ	двусторонние	ШД
горизонтальные	ЛГ	Шипорезные для ящичного шипа:	
делительные	ЛД	прямого	ШП
столярные	ЛС	"ласточкин хвост"	ШЛХ
Круглопильные станки:		Сверлильный	СВ
для продольного раскроя	ЦД	Сверлильно-пазовальный	СВП
для поперечного раскроя	ЦТ	Долбежный с фрезерной цепочкой	ДЦ
для форматного раскроя	ЦТФ	Токарный	Т
Фуговальный	СФ	Круглопалочный	КП
		Шлифовальный	ШЛ

**Пример.** Индексация СР6-9 означает – станок рейсмусовый с максимально возможной шириной обрабатываемой заготовки 630 мм девятой модели; Ф2К-2 означает - станок фрезерный, двухшпиндельный, с карусельным столом, второй модели; ЛС80-5 - станок ленточнопильный, столярный, диаметр рабочих шкивов 800 мм, пятая модель и т. д.

## Контрольные вопросы и задания

1. Дайте определение понятия "рабочая машина".
2. Приведите классификацию рабочих машин.
3. Линии машин могут быть поточными, автоматическими или полуавтоматическими. Дайте определения этих понятий.
4. Дайте определения схем принципиальной, кинематической, гидравлической, пневматической, электрической, циклограммы. Поясните как они составляются.
5. Какими индексами обозначают марки станков?
6. Распределите марки следующих станков по назначению в три колонки: ЦА-2А, Ф-6, ЛС80-6, ЦДК5-2, СвПА-2, С16-4А, СвА, Ц6-2, ЦПА-40, ЦМЭ-3.

## 2. Технический уровень и качество деревообрабатывающих машин

### 2.1. Понятие о техническом уровне и качестве

***Технический уровень машин – это относительная характеристика качества машин, основанная на сопоставлении значений показателей, характеризующих техническое совершенство оцениваемой машины с соответствующими базовыми значениями (ГОСТ 15467-79) [1].***

Технический уровень задается техническим заданием и проверяется в процессе приемочных испытаний при экспертизе технической документации. Традиционно термин "технический уровень" распространяется на машиностроительную продукцию.

Среди параметров и показателей, характеризующих технический уровень деревообрабатывающей машины, всегда имеется один или несколько таких, которые на протяжении длительного времени монотонно изменяются, улучшаются, стремясь к своему экстремуму. Эти показатели выступают как мера

совершенства и прогрессивности машины. Такие параметры и показатели называют **критериями развития**.

Наряду с критериями развития для оценки качества машин введены **показатели качества** (критерии качества). Показатели качества определены стандартом ИСО 8402-86 "Качество. Словарь". Предусмотрено 10 групп показателей: 1) назначения; 2) надежности; 3) технологичности; 4) унификации; 5) патентно-правовые; 6) эргономические; 7) эстетические; 8) транспортабельности; 9) безопасности; 10) экологические.

Показатели качества по отношению к показателям технического уровня являются более общими.

Схема классификации критериев развития и качества деревообрабатывающих машин приведена на рис. 5.

Для оценки технического уровня и качества машин используют четыре группы критериев: функциональные, технологические, экономические и антропологические.

## 2.2. Производительность рабочей машины

Производительность рабочей машины определяет количество произведенной продукции в единицу времени (в минуту, час, рабочую смену, год и т.д.).

Различают производительность технологическую, цикловую и фактическую [2].

**Технологическая производительность** – это производительность идеальной машины, которая работает без холостых ходов и каких-либо потерь времени. Она определяется еще на стадии проектирования по формуле

$$Q_T = 1/t_{p.x}, \quad (2)$$

где  $t_{p.x}$  – продолжительность рабочего хода при обработке одной детали, с.



Рис. 5. Схема классификации критериев развития и качества

**Цикловая производительность** определяется по времени цикла обработки одной детали:

$$Q_{\text{ц}} = 1 / t_{\text{ц}} = 1 / (t_{\text{р.х}} + t_{\text{х.х}}), \quad (3)$$

где  $t_{\text{ц}}$  – продолжительность цикла обработки одной детали, с;

$t_{\text{х.х}}$  – продолжительность рабочего хода при обработке одной детали, с.

$$Q_{\text{ц}} = Q_{\text{т}} \frac{1}{1 + Q_{\text{т}} t_{\text{х.х}}} = Q_{\text{т}} K_{\text{п}}, \quad (4)$$

где  $K_{\Pi}$  – коэффициент производительности станка (коэффициент использования машинного времени), который характеризует конструктивное совершенство рабочей машины.

Технологическая и цикловая производительности характеризуют рабочую машину с точки зрения прогрессивности технологического процесса и конструктивного совершенства.

**Фактическая производительность** определяется с учетом потерь времени при эксплуатации рабочей машины на замену режущего инструмента, на устранение отказов, когда машина простаивает и не выдает продукцию.

Фактическая производительность определяется по формуле

$$Q_{\phi} = Q_{\Pi} \frac{1}{1 + Q_{\Pi} t_{\Pi}} = Q_{\Pi} K_{И}, \quad (5)$$

где  $K_{И}$  – коэффициент использования станка (коэффициент использования рабочего времени);

$t_{\Pi}$  – время потерь (неработоспособного состояния станка) в цикле обработки одной детали, с.

Усредненные значения коэффициентов производительности станка  $K_{\Pi}$  и использования станка  $K_{И}$  для некоторых типов оборудования приведены в табл. 3.

**Фактическая сменная производительность** станка, шт./смена:

– для проходных станков

$$Q_{\text{см.п}} = (V_s T i K_{\Pi} K_{И}) / (L i_{\Pi}), \quad (6)$$

– для цикловых и циклопроходных станков

$$Q_{\text{см.п}} = T K_{И} i / t_{\Pi}, \quad (7)$$

где  $T$  – продолжительность смены, мин;

$V_s$  – скорость подачи, м/мин;

$i$  – количество одновременно обрабатываемых деталей;

$L$  – длина детали, м;

$i_{\Pi}$  – число проходов для полной обработки деталей.

Таблица 3

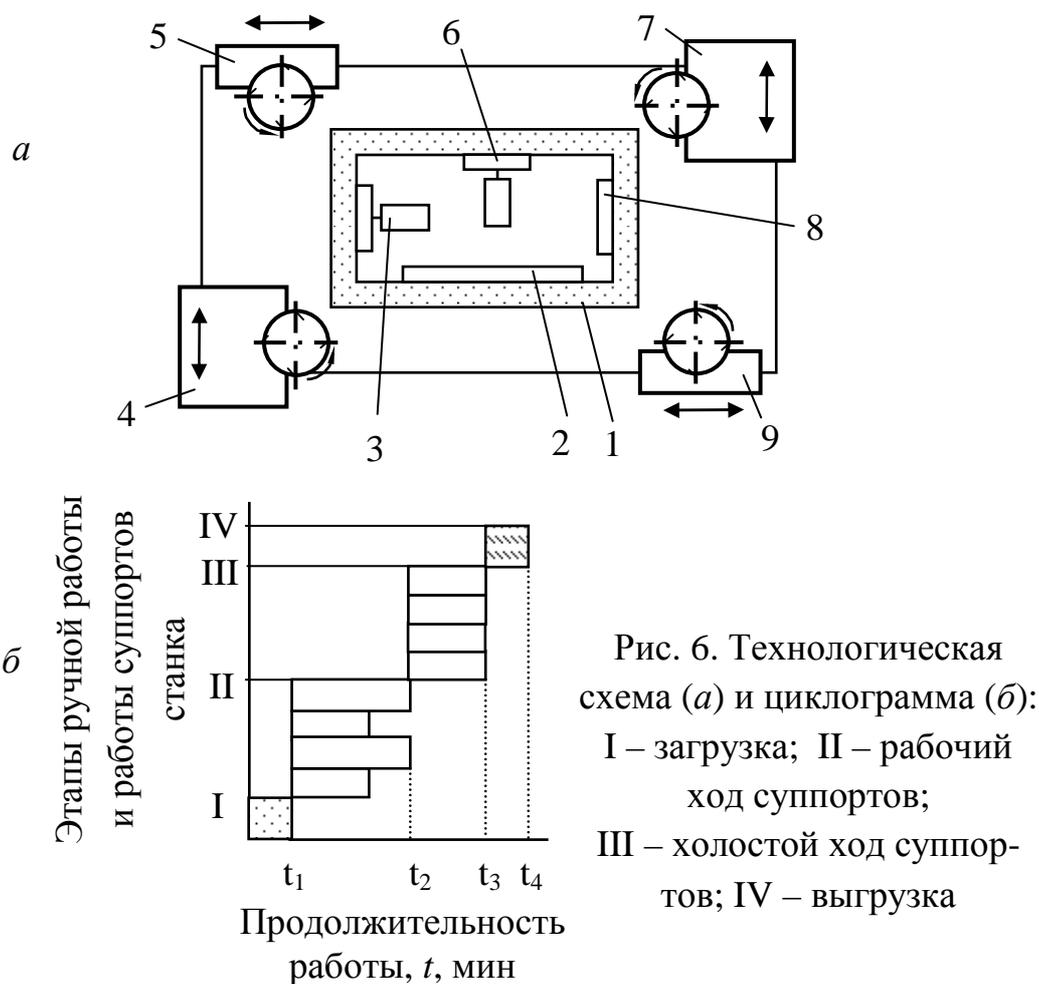
Значения коэффициентов производительности станка  $K_{п}$  и использования станка  $K_{и}$  для некоторых типов оборудования

Тип оборудования (станка)	$K_{п}$	$K_{и}$
Ленточнопильные ребровые и столярные	0,9	0,9
Круглопильные:		
торцовочные, концеванвители	0,9	0,95
продольного раскроя	0,9	0,9
Фуговальные:		
с ручной подачей при длине заготовки, м:		
0,5	0,5 - 0,7	0,8 - 0,93
1,0	0,7 - 0,8	0,8 - 0,93
2,0	0,8 - 0,9	0,8 - 0,93
с механической подачей	0,8 - 0,9	0,85 - 0,9
Рейсмусовые	0,8 - 0,9	0,88 - 0,99
Четырехсторонние продольно-фрезерные	0,8 - 0,9	0,8 - 0,9
Шипорезные:		
рамные односторонние и фрезерные		
с шипорезной головкой	0,5 - 0,6	0,9 - 0,95
рамные двусторонние	0,7 - 0,75	0,7 - 0,8
ящичные	0,5 - 0,6	0,9
Сверлильные вертикальные	0,3 - 0,6	0,93
Сверлильно-пазовальные:		
с ручной подачей	0,6 - 0,7	0,9
с автоподачей	0,3 - 0,4	0,9
Цепно-долбежные	0,75 - 0,8	0,9
Токарные, круглопалочные	0,8	0,95
Фрезерные:		
с ручной подачей по линейке	0,5 - 0,8	0,9 - 0,95
при фрезеровании по кольцу	0,25 - 0,4	0,9 - 0,93
Шлифовальные:		
ленточные	0,85	0,9
дисковые	0,7	0,9
одноцилиндровые	0,7	0,85
трехцилиндровые	0,75	0,95

**Построение циклограммы.** Продолжительность цикла обработки одной детали определяется по циклограмме работы рабочей машины (рис. 6).

**Циклограмма – это график последовательности действия механизмов рабочей машины.**

График строится в осях координат, где по оси ординат указывают элементы станка и последовательность их работы в течение одного цикла в соответствии с технологической схемой, а по оси абсцисс откладывают продолжительность работы каждого элемента в течение цикла. Длительность работы элементов рассчитывается, если известны скорость и путь перемещения элементов, или задается разработчиком.



На рис. 6, а показана технологическая схема станка, на котором рамка 1 обрабатывается по периметру фрезерными суппортами 4, 5, 7, 9. Рамка вручную кладется на стол станка и базируется на нем неподвижными и подвижными упорами 2, 8, 3, 6. Фрезерные суппорты включаются в работу одновременно и обрабатывают рамку с четырех сторон. Затем они совершают холостой ход, возвращаясь в исходное положение.

Работа станка отражена на циклограмме (рис. 6, б). Цикл обработки одной рамки складывается из времени укладки рамки на стол и ее базирования  $t_1$ , времени рабочего  $t_2$  и холостого  $t_3$  ходов суппортов и времени съема обработанной рамки со стола и укладки ее в стопу  $t_4$ :  $t_{\text{ц}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$ .

## 2.3. Точность и стабильность обработки

### 2.3.1. Допуски и посадки

**Основные понятия и определения.** Детали станков изготавливаются по чертежам. На них указываются форма поверхностей детали, размеры, шероховатость и требования к точности изготовления. **Размеры, проставляемые на чертеже, называются номинальными размерами.**

Обработать деталь абсолютно точно с номинальными размерами практически невозможно. Действительные размеры обработанной детали всегда отличаются от номинальных на величину отклонения. Поэтому каждый номинальный размер ограничивают двумя предельными размерами: наибольшим  $X_g$  и наименьшим  $X_n$  (рис. 7). Любой действительный размер  $X_d$  детали должен находиться в пределах поля допуска  $\delta$ , иначе деталь считается бракованной. Отклонения могут

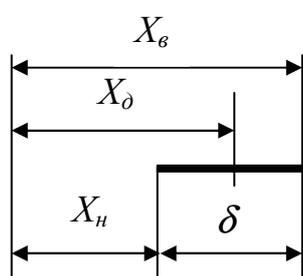


Рис. 7. Образование поля допуска  $\delta$  размера

быть действительными и предельными.

**Действительным отклонением** называется алгебраическая разность между действительным размером полученной детали и номинальным размером.

**Предельным отклонением** называется алгебраическая разность между предельным и номинальным размерами. Одно предельное отклонение из двух называется верхним, а другое – нижним.

Для удобства записи на чертеже вместо предельных размеров рядом с номинальным указывают два предельных отклонения, например,  $75^{+0,021}_{+0,002}$  мм,  $175^{+0,40}$  мм,  $75_{-0,040}$  мм,  $175 \pm 0,02$  мм. Предельные отклонения, равные нулю, не указываются [3].

Для размера  $75^{+0,021}_{+0,002}$  мм предельные размеры равны:  $X_e = 75,021$  мм,  $X_n = 75,002$  мм; для размера  $175^{+0,40}$  мм –  $X_e = 175,4$  мм,  $X_n = 175,0$  мм.

**Допуски размеров, посадки и допуски посадок.** Допуск характеризует точность изготовления детали. Чем меньше допуск, тем труднее обрабатывать деталь. Зону (поле), ограниченную верхним и нижним предельными отклонениями, называют **полем допуска** (рис. 7). Оно определяется величиной допуска и его положением относительно номинального размера. При графическом изображении поле допуска заключено между линиями, соответствующими верхнему и нижнему отклонениям относительно нулевой линии. На рис. 8 изображены варианты расположения поля допуска  $T_d$  для вала.

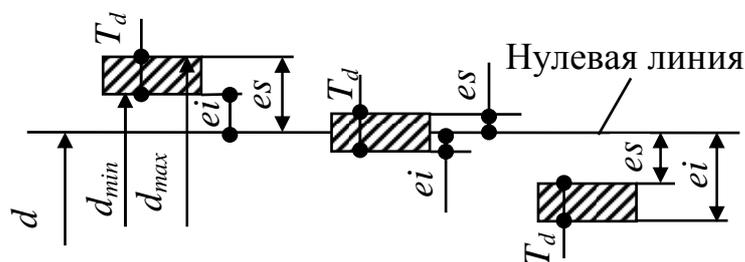


Рис. 8. Варианты расположения поля допуска вала относительно нулевой линии

**Нулевая линия** – это линия, соответствующая номинальному размеру, от которой откладываются отклонения размеров при графическом изображении допусков и посадок (ГОСТ 25346-82). При горизонтальном расположении нулевой линии положительные отклонения откладываются вверх от нее, а отрицательные – вниз. При этом верхнее предельное отклонение отверстия (вала) на схемах обозначают  $ES$  ( $es$ ), а нижнее предельное отклонение отверстия (вала) –  $EI$  ( $ei$ ).

**Характер соединения деталей, определяемый величиной получающихся в нем зазоров или натягов, называется посадкой.** Положение поля допуска отверстия и вала определяет при сборке деталей тип посадки. Различают посадки с зазором, с натягом и переходные.

Зазор  $S$  – находится как положительная (со знаком  $+$ ) разность размеров отверстия и вала до сборки. **Посадка с зазором** – посадка, при которой обеспечивается зазор в соединении и поле допуска отверстия расположено над полем допуска вала (рис. 9, а).

Натяг  $N$  – находится как отрицательная (со знаком  $-$ ) разность размеров отверстия и вала до сборки. **Посадка с натягом** – посадка, при которой обеспечивается натяг в соединении и поле допуска отверстия расположено под полем допуска вала (рис. 9, б).

**Переходная посадка** – посадка, при которой возможно получение как зазора, так и натяга. В этом случае поля допусков отверстия и вала перекрываются частично или полностью (рис. 9, в).

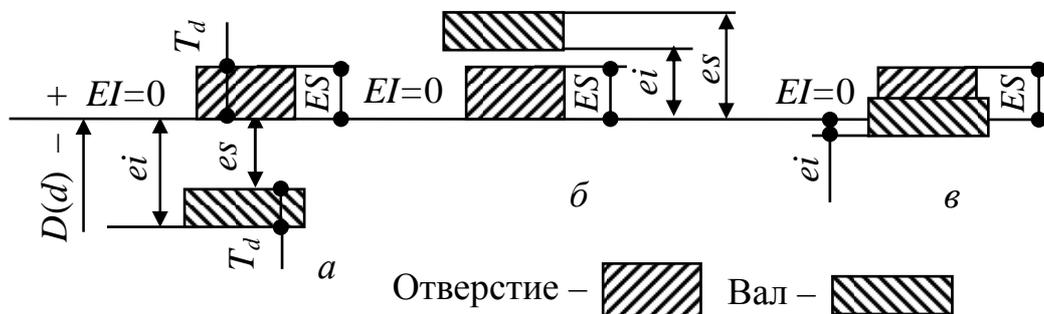


Рис. 9. Расположение полей допусков при посадках:  
а – с зазором; б – с натягом; в – переходной

**Допуск посадки** – разность между наибольшим и наименьшим зазорами (натягами) или сумма допусков отверстия и вала, составляющих соединение.

Вал и отверстие, образующие посадку, имеют одинаковый номинальный размер и отличаются только предельными отклонениями. На чертежах посадку ставят после номинального разме-

ра, обозначая ее дробью, в числителе которой записывают предельные отклонения для отверстия, а в знаменателе – для вала.

**Квалитеты.** Допуски и посадки нормированы государственными стандартами, входящими в две системы: ЕСДП – "Единая система допусков и посадок" и ОНВ – "Основные нормы взаимозаменяемости".

Классы (уровни, степени) точности допусков в ЕСДП названы квалитетами. **Квалитет (степень точности) – степень градации значений допусков системы.**

Допуски в каждом квалитете возрастают с увеличением номинального размера, но они соответствуют одному уровню точности, определяемому квалитетом, его порядковым номером. С уменьшением номера квалитета допуски на размер уменьшаются, точность увеличивается.

В ЕСДП установлено 19 квалитетов, обозначаемых порядковым номером: 01; 0; 1; 2; 3; ...16; 17. Точность размера убывает от квалитета 01 к квалитету 17.

Для нужд деревообрабатывающей промышленности введен квалитет номер 18. ГОСТ 6449.1-82 устанавливает для изделий из древесины девять квалитетов с 10 по 18 [4].

Допуск квалитета условно обозначают буквами *IT* с номером квалитета, например, *IT6* – допуск 6-го квалитета. Допуск квалитета рассчитывается по формуле

$$IT = ai, \quad (8)$$

где  $a$  – число единиц допуска, установленное для каждого квалитета;

$i$  – значение единицы допуска, зависимое от номинального размера, мкм.

Числа единиц допуска для квалитетов приведены ниже:

Номер квалитета	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Числа единиц допуска $a$	64	100	160	250	400	640	1000	1600	2560

Для номинальных размеров  $D = (1 - 500)$  мм значение единицы допуска

$$i = 0,5\sqrt[3]{D_c} + 0,001D_c, \quad (9)$$

где  $D_c$  – среднее геометрическое граничных значений интервала номинальных размеров

$$D_c = \sqrt{D_{\min} D_{\max}}, \quad (10)$$

где  $D_{\min}$ ,  $D_{\max}$  – соответственно наименьшее и наибольшее граничное значение интервала номинальных размеров (табл. 4), мм.

Таблица 4

Значения полей допусков линейных размеров изделий из древесины в мм по ГОСТ 6449.1-82

Интервал размеров	Квалитет								
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
До 3	-	-	0,10	0,14	0,25	0,40	0,60	1,00	1,4
Св. 3 до 6	-	-	0,12	0,18	0,30	0,48	0,75	1,20	1,8
Св. 6 до 10	-	-	0,15	0,22	0,36	0,58	0,90	1,5	2,2
Св. 10 до 18	-	-	0,18	0,27	0,43	0,70	1,10	1,80	2,7
Св. 18 до 30	-	-	0,21	0,33	0,52	0,84	1,30	2,10	3,3
Св. 30 до 50	-	-	0,25	0,39	0,62	1,00	1,60	2,50	3,9
Св. 50 до 80	-	0,19	0,30	0,46	0,74	1,20	1,90	3,00	4,6
Св. 80 до 120	-	0,22	0,35	0,54	0,87	1,40	2,20	3,50	5,4
Св. 120 до 180	-	0,25	0,40	0,63	1,00	1,60	2,50	4,00	6,3
Св. 180 до 250	-	0,29	0,46	0,72	1,15	1,85	2,90	4,60	7,2
Св. 250 до 315	-	0,32	0,52	0,81	1,30	2,10	3,20	5,20	8,1
Св. 315 до 400	-	0,36	0,57	0,89	1,40	2,30	3,60	5,70	8,9
Св. 400 до 500	-	0,40	0,63	0,97	1,55	2,50	4,00	6,30	9,7
Св. 500 до 630	-	0,44	0,70	1,10	1,75	2,80	4,40	7,00	-
Св. 630 до 800	-	0,50	0,80	1,25	2,00	3,20	5,00	8,00	-
Св. 800 до 1000	-	0,56	0,90	1,40	2,30	3,60	5,60	9,00	-
Св. 1000 до 1250	-	0,66	1,05	1,65	2,60	4,20	6,60	10,50	-
Св. 1250 до 1600	0,5	0,78	1,25	1,95	3,10	5,00	7,80	12,50	-
Св. 1600 до 2000	0,6	0,92	1,50	2,30	3,70	6,00	9,20	15,00	-
Св. 2000 до 2500	0,7	1,10	1,75	2,80	4,40	7,00	11,00	17,50	-
Св. 2500 до 3150	0,86	1,35	2,10	3,30	5,40	8,60	13,50	21,00	-
Св. 3150 до 4000	1,05	1,65	2,60	4,1	6,60	10,50	16,50	26,0	-
Св. 4000 до 5000	1,3	2,0	3,2	5,0	8,0	13,0	20,0	32,0	-
Св. 5000 до 6300	1,55	2,5	4,0	6,2	9,8	15,5	25,0	40,0	-
Св. 6300 до 8000	1,95	3,10	4,9	7,6	12,0	19,5	31,0	49,0	-
Св. 8000 до 10000	2,4	3,8	6,0	9,4	15,0	24,0	38,0	60,0	-

**Пример.** Определить допуск вала (отверстия) 18-го качества с номинальным размером 100 мм.

*Решение.* По ГОСТ 6449.1-82 уточняем, что номинальный размер 100 расположен в интервале 80-120 мм. Находим среднее геометрическое граничных значений интервала номинальных размеров  $D_c = \sqrt{80 \cdot 120} = 97,98$  мм.

Единица допуска

$$i = 0,45\sqrt[3]{D_c} + 0,001D_c = 0,45\sqrt[3]{97,98} + 0,001 \cdot 97,98 = 2,1725 \text{ мкм.}$$

$$\text{Допуск вала } IT = ai = 2560 \cdot 2,1725 / 1000 = 5,4 \text{ мм.}$$

**Обозначение допусков и посадок.** В ЕСДП используют понятие основного отклонения.

**Основное отклонение – это наикратчайшее расстояние от нулевой линии до границы поля допуска.**

Для валов и отверстий ГОСТ 25346-82 установлено по 28 основных отклонений. Основное отклонение обозначается буквами латинского алфавита: для вала – строчными буквами от *a* до *zc*; для отверстия – прописными буквами от *A* до *ZC*.

Основные отклонения вала от *a* до *g* и *h* (основное отклонение *h* равно нулю) предназначены для образования полей допусков в посадках с зазором; от *j* (*j<sub>s</sub>*) до *n* – в переходных посадках и от *p* до *zc* – в посадках с натягом.

Поля допусков в ЕСДП образуются сочетанием основного отклонения и качества. Например,  $45e8$  означает, что вал диаметром 45 мм должен быть выполнен по 8-му качеству с основным отклонением *e*.

Понятие посадки справедливо только при сборке двух деталей. На сборку поступают детали с различными основными отклонениями. Наиболее часто посадку указывают в системе отверстия, когда отверстие выполняется с одним основным отклонением *H*, а зазоры или натяги обеспечиваются валами с различными размерами, например, диаметр  $45H7/e7$ . Здесь в числителе указано поле допуска отверстия детали, а в знаменателе – поле допуска вала.

**Посадки с зазором.** Посадки  $H7/h6$  и  $H8/h7$  рекомендуется применять для неподвижных соединений, часто подвергаемых разборке и регулированию, допускающих проворачивание или продольное перемещение одной детали относительно другой.

Эти посадки используются для установки на вал режущего инструмента (пилы, фрезы и т.д.).

Посадку *H7/g6* применяют в точных подвижных соединениях, когда требуется обеспечить герметичность при перемещении деталей, а также плавность и точность перемещений.

Посадка *H7/f7* применяется в подшипниках скольжения с частотой вращения вала не более  $150 \text{ мин}^{-1}$ . Посадку *H7/e8*, применяют в подшипниках скольжения с частотой вращения вала более  $150 \text{ мин}^{-1}$ .

**Посадки переходные.** Посадку *H7/n6* используют при центрировании детали в неподвижном соединении, и работающей в условиях вибрации и ударов. Разборку соединения производят редко (при капитальном ремонте). Посадку *H7/k6* используют при установке неподвижных зубчатых колес на валах, шкивов и т.д.

**Посадки с натягом.** Посадку *H7/p6* назначают для неподвижных соединений, передающих небольшие усилия, для соединения валов с тонкостенными втулками. Посадку *H7/s6* используют в неподвижных соединениях, передающих средние нагрузки без дополнительного крепления.

**Посадки в изделиях из древесины.** Для деталей из древесины и древесных материалов ГОСТ 6449.1-82 [4] устанавливает два основных отклонения для отверстия и одиннадцать основных отклонений для валов:

для отверстий – H, Js;

для валов – a, b, c, h, js, k, t, y, za, zc, ze.

Термин "отверстие" применяют для обозначения внутренних (охватывающих) цилиндрических и плоских параллельных поверхностей, а термин "вал" – для обозначения наружных (охватываемых) цилиндрических и плоских параллельных поверхностей.

При назначении посадок может быть выбрана одна из двух систем – система отверстия или система вала. Они отличаются друг от друга размером, который принимается в качестве основного.

Если в качестве основного принимается размер отверстия, то система допусков и посадок называется системой отверстия.

**Основное отверстие – это такое отверстие, нижнее отклонение которого равно нулю.** Зазоры и натяги при этом обеспечиваются за счет полей допусков вала. Поскольку поверхность вала технологически обрабатывать проще, то система отверстия на практике используется чаще.

### Контрольные вопросы и задания

1. На чертеже детали указан размер  $75^{+0,021}_{+0,002}$  мм. Как называются числа 75; +0,021; +0,002; 75,021; 75,002;  $0,021-0,002=0,019$ ?
2. Дайте определение посадки. Какие посадки называются с зазором, натягом и переходные?
3. Дайте определение качества. Какие качества установлены в машиностроении и в деревообрабатывающей промышленности?
4. Как определяется допуск качества?
5. На сборочном чертеже указан размер  $45H7/e7$ . Как называются и что означают числа и выражения: 45;  $45H7$ ;  $45e7$ ; 7;  $H7/e7$ ?

### 2.3.2. Точность деревообрабатывающих станков

**Точность, с которой детали обрабатываются на станке в данный фиксированный момент времени, называется технологической точностью.**

**Погрешности обработки.** Точность машинной обработки деталей характеризуется величиной фактической погрешности их размеров и формы. Если погрешности размеров относятся к конкретной детали, то их называют **отклонениями** размеров. Если погрешности размеров относятся к партии деталей, то их называют **рассеиванием** размеров. Погрешности обработки обусловлены действием ряда факторов:

– погрешностями станка, т.е. геометрическими неточностями, неточностями кинематических цепей, деформациями

деталей станка, колебаниями и вибрациями, износом направляющих, низкой жесткостью узлов и упоров;

– погрешностями режущего инструмента – износом и затуплением лезвий, неправильностью формы, неточностью крепления;

– погрешностями приспособлений – неправильностью их формы, недостаточностью жесткости, нестабильностью установки деталей;

– ошибками в настройке станка;

– температурными деформациями узлов станка;

– неоднородностью свойств обрабатываемого материала;

– погрешностями измерений.

Общая погрешность представляет собой алгебраическую сумму всех переменных погрешностей

$$\Delta_o = \Delta_1 + \Delta_2 + \dots + \Delta_n. \quad (11)$$

Погрешности обработки подразделяются на систематические  $\Delta_c$  и случайные  $\Delta_{сл}$ :

$$\Delta_o = \Delta_c + \Delta_{сл}. \quad (12)$$

**Систематической погрешностью** называется такая погрешность, которая остается постоянной в пределах обработки данной партии деталей или изменяется закономерно. Например, погрешность, вызванная износом стола станка, износом режущего инструмента, направляющих каретки станка, непараллельностью направляющих, уменьшением величины развода пил и т.д. Эти факторы действуют постоянно при обработке деталей. При этом один из них вносит одинаковую погрешность на все детали данной партии (например, непараллельность направляющих), другие – изменяют величину погрешности закономерно (например, износ и затупление режущего инструмента). Поэтому систематические погрешности разделяют на постоянные  $\Delta_n$  и закономерно-переменные  $\Delta_{зн}$ . Полная систематическая погрешность равна:

$$\Delta_c = \Delta_n + \Delta_{зн}. \quad (13)$$

Главным источником постоянных погрешностей являются геометрические погрешности станка, режущего инструмента и

приспособлений, а также погрешности размерной настройки станка.

Закономерно-переменные погрешности складываются из погрешностей от затупления режущего инструмента, уменьшения величины уширения зубьев на сторону и температурных деформаций узлов станка.

**Случайной называют погрешность**, значение которой может изменяться в пределах как партии деталей, так и в каждой детали в отдельности. Источниками случайных погрешностей являются неравномерность припуска на обработку, нестабильность режима резания, ошибки измерения и деформации станка, инструмента, детали. Сумма указанных погрешностей дает общую случайную погрешность (рис. 10).

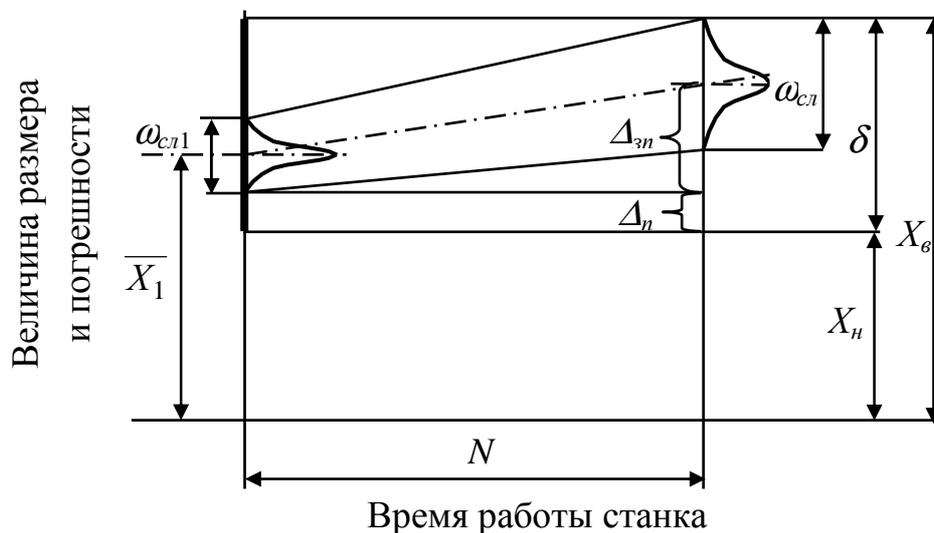


Рис. 10. Изменение размерной погрешности во времени

Систематические погрешности  $\Delta_n$  и  $\Delta_{зн}$  можно предусмотреть и определить их направление и величину. Случайные погрешности  $\omega_{сл}$  предусмотреть невозможно и для определения их величины в каждом случае необходимо проводить исследования.

Постоянные погрешности  $\Delta_n$  смещают центр группирования размеров  $\overline{X_1}$  только в начальный момент. Закономерно-переменные погрешности  $\Delta_{зн}$  смещают этот центр во времени. Случайные погрешности вызывают рассеяние размеров в партии

деталей, величина рассеяния подчиняется закону нормального распределения и может изменяться во времени.

Поскольку постоянные погрешности  $\Delta_n$  можно учесть при настройке станка, то для практики важно, чтобы поле рассеяния случайной погрешности  $\omega_{сл}$  укладывалось бы в поле допуска размера заданного качества. Так как начальное поле рассеяния размера  $\omega_{сл}$  складывается с рассеянием погрешностей размерной настройки  $\omega_o$ , то допуск на размер должен быть равен

$$\delta = \sqrt{\omega_{сл}^2 + \omega_o^2}. \quad (14)$$

Из этого уравнения приближенно можно принять, что начальное поле рассеяния случайной погрешности

$$\omega_{сл} \approx 0,9\delta. \quad (15)$$

**Классы точности станков. Способность станка укладываться начальным полем рассеяния в заданное значение поля допуска на обрабатываемый размер называют начальной технологической точностью станка.**

Станки по технологической точности должны соответствовать требованиям точности обработки деталей, однако изготавливать девять разновидностей станков нецелесообразно. В связи с этим, а также учитывая сложившуюся практику, девять классов делят на четыре группы. Каждой группе точности обработки соответствует класс точности станка – особо высокой точности (О), повышенной (П), средней (С) и низкой точности (Н):

Квалитет по				
ГОСТ 6449.1-82	10, 11	12, 13, 14	15, 16	17, 18
Класс точности				
станка	О	П	С	Н

Станки, изготовленные по заданному классу точности, должны обеспечить обработку деталей с размерами соответствующих классов.

**Определение класса точности станка.** Определение класса точности конкретного деревообрабатывающего станка начинается с нахождения величины поля рассеяния случайной погрешности. Для этого на исследуемом станке обрабатывают

партию деталей и измеряют контролируемый размер. Величина сплошной выборки должна достигать 50-100 измерений. Поле рассеяния размеров в партии деталей

$$\Delta = X_{\max} - X_{\min}, \quad (16)$$

где  $X_{\max}$ ,  $X_{\min}$  – наибольшее и наименьшее значения случайных величин совокупности.

Поле рассеяния разбивают на  $N$  интервалов. Число  $N$  принимают в пределах 7-15, но так, чтобы величина интервала  $K$  была бы не менее трех погрешностей измерительного инструмента, применяемого для обмера деталей

$$K = \frac{\Delta}{N} \geq 3\Delta_{\text{изм}}. \quad (17)$$

Затем определяют границы интервалов и находят центр группирования размеров партии деталей (среднее арифметическое значение):

$$\bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^N x_j n_j}{n}, \quad (18)$$

где  $x_j$  – среднее значение интервала;

$n_j$  – частота (число размеров деталей в интервале);

$n$  – количество измерений размеров в совокупности.

Среднее квадратичное отклонение определяется по формуле:

$$S = \pm \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (x_j - \bar{X})^2 n_j}{n - 1}}. \quad (19)$$

Рассеяние размеров при обработке древесины подчиняется закону нормального распределения (закону Гаусса). В интервале  $\pm 3S$  находится 99,73% всех случайных величин. Отсюда следует, что поле рассеяния размеров партии деталей равно

$$\omega = 6S. \quad (20)$$

С учетом погрешности на размерную настройку станка допуск качества

$$IT = 6,6S. \quad (21)$$

Номер качества находят по табл. 4.

**Пример.** Определить класс точности прирезного круглопильного станка.

*Решение.* На станке напилена партия заготовок (17 шт.) толщиной по 10 мм. Толщина заготовок измерена. Сделано 50 измерений. Измерения произведены штангенциркулем с ценой деления 0,01 мм.

Поле рассеяния размеров в партии заготовок

$$\Delta = 10,45 - 10,05 = 0,40 \text{ мм.}$$

Поле рассеяния поделено на 8 интервалов (табл. 5). Величина интервала

$$K = \frac{\Delta}{N} = \frac{0,40}{8} = 0,05 \text{ мм} \geq 3\Delta_{изм}.$$

Таблица 5

Протокол статистической обработки результатов измерения

№ интервалов	Границы интервалов, мм	$x_j$ , мм	Частота $n_j$ , шт.	$x_j n_j$	$x_j - \bar{X}$	$(x_j - \bar{X})^2$	$(x_j - \bar{X})^2 n_j$
1	10,05-10,10	10,075	2	20,15	-0,171	0,02924	0,05848
2	10,10-10,15	10,125	6	60,75	-0,121	0,01464	0,08784
3	10,15-10,20	10,175	8	81,4	-0,071	0,00504	0,04032
4	10,20-10,25	10,225	10	102,25	-0,021	0,00044	0,0044
5	10,25-10,30	10,275	9	92,475	0,029	0,00084	0,00756
6	10,30-10,35	10,325	6	61,95	0,079	0,00624	0,03744
7	10,35-10,40	10,375	5	51,625	0,129	0,01664	0,0832
8	10,40-10,45	10,425	4	41,7	0,179	0,03204	0,12816
			$\Sigma 50$	$\Sigma 512,3$			$\Sigma 0,4474$

Среднее арифметическое значение измерений

$$\bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^N x_j n_j}{n} = \frac{512,3}{50} = 10,246 \text{ мм.}$$

Среднее квадратичное отклонение

$$S = \pm \sqrt{\frac{0,4474}{50-1}} = 0,0955 \text{ мм.}$$

Допуск качества  $IT = 6,6S = 6,6 \cdot 0,09555 = 0,63 \text{ мм.}$

По табл. 4 находим, что такой допуск для заготовки толщиной 10 мм отвечает качеству №15. Это означает, что в момент обработки заготовок станок соответствовал среднему (С) классу точности.

### 2.3.3. Геометрическая точность и жесткость машин

**Под геометрической точностью понимают точностное состояние машины.** Геометрическая точность характеризуется отклонениями формы и расположения поверхностей и валов (выпуклость, вогнутость плоскостей, их отклонения от параллельности, перпендикулярности, несоосность валов и т.д.), погрешностями вращения валов (радиальное и осевое биение) и др.

Для проверки геометрической точности станков применяют различные инструменты.

**Поверочные линейки.** Они предназначены для измерения отклонений от прямолинейности и плоскостности. Линейки бывают лекальные, угловые и с широкой рабочей поверхностью.

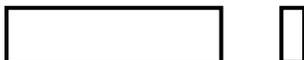


Рис. 11. Поверочная линейка

На рис. 11 показана поверочная линейка с широкой рабочей поверхностью. Длина линейки может быть 250 – 1000 мм.

**Угольники слесарные плоские** УП предназначены для контроля прямых углов.

**Индикаторы часового типа** с ценой деления 0,01 мм предназначены для измерения линейных размеров.

**Наборы щупов** предназначены для проверки величины зазора между поверхностями. Выпускается четыре набора пластин-щупов. Набор 1 включает 11 пластин-щупов толщиной 0,02 - 0,1 мм; набор 2 имеет 17 пластин-щупов толщиной 0,02 - 0,5 мм; набор 3 имеет 10 пластин-щупов толщиной 0,55 - 1,0 мм; набор 4 имеет 10 пластин-щупов толщиной 0,1 - 1,0 мм.

**Уровень рамный регулируемый** предназначен для контроля горизонтального и вертикального положения поверхностей. Длина рабочих поверхностей 200 мм. На корпусе уровня закреплены ампулы с делениями, заполненные жидкостью и пузырьком воздуха. Цена делений ампул: 0,02; 0,05; 0,1; 0,15 мм/м. Под ценой деления шкалы ампулы понимают значение наклона ампулы в мм в вертикальной плоскости на длине 1 м.

Типовые методы проверки и средства измерения для их проведения показаны в табл. 6. При исследовании прямолинейности и плоскостности определяют стрелу прогиба, отнесенную к длине контрольной базы линейки, равной расстоянию между подкладками. Стрела прогиба

$$f = f_0 \frac{1000}{L}.$$

При исследовании радиального и торцового биения определяют величину биения и сравнивают с допустимой величиной.

**Жесткость узлов станка.** Под жесткостью понимается **сопротивление, которое оказывает тело или система тел деформирующему действию внешних сил в данной точке.** Различают статическую и динамическую жесткость.

**Статическая жесткость** представляет собой сопротивление, которое создает система под действием статических внешних сил и нагрузок, Н/мм:

$$j = \frac{F}{y}, \quad (22)$$

где  $F$  - обобщенная статическая сила, действующая в данной точке узла или станка, Н;

$y$  - величина деформации в данной точке, мм.

На рис. 12 показаны схемы измерения жесткости горизонтального ножевого вала и стола рейсмусового станка (рис. 12, а), а также вертикального шпинделя и направляющей линейки фрезерного станка (рис. 12, б). На схемах обозначены цифрой 1 динамометр, создающий отжимающее усилие, и 2 - индикатор часового типа, с помощью которого измеряется величина деформации.

Таблица 6

Методы проверки геометрической точности оборудования

Параметр проверки	Метод проверки и средства измерения	Эскиз	Допустимые отклонения, мм
Отклонение от прямолинейности и плоскостности поверхностей	На поверхность в продольном направлении (при проверке прямолинейности) или в продольном, поперечном направлениях и по диагонали (при проверке плоскостности) устанавливают плоскопараллельные концевые меры длины или щупы одинаковой толщины. На них кладут поверочную линейку. Зазор между поверхностью и линейкой измеряют щупом.		$(0,1 - 0,2) \frac{\text{мм}}{1000}$ длины. Выпуклость не допускается
Радиальное биение	Индикатор устанавливают на жесткую опору, а его мерительный штифт подводят к боковой поверхности проверяемого элемента. Элемент проворачивают на полный оборот. Биение $d_r$ равно разности максимального и минимального показаний индикатора		0,03 для шеек валов под режущий инструмент
Торцовое биение	Индикатор устанавливают на жесткую опору, а его мерительный штифт подводят к торцовой поверхности проверяемого элемента. Элемент проворачивают на полный оборот. Биение $d_r$ равно разности максимального и минимального показаний индикатора		0,03-0,1
Отклонение от перпендикулярности оси базовой поверхности	Индикатор жестко закрепляют на шпинделе так, чтобы его штифт касался базовой поверхности. Шпиндель проворачивают на полный оборот, снимая показания индикатора		$0,1/(200-300 \text{ мм длины})$

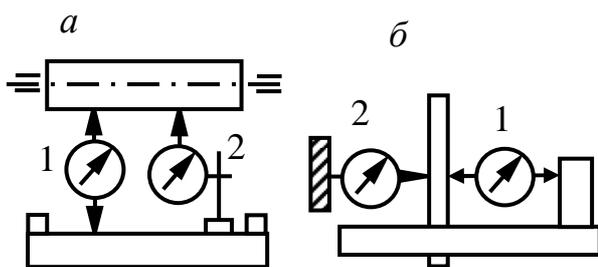


Рис. 12. Схемы измерения жесткости станков: *а* – рейсмусового; *б* – фрезерного

Отжимающее усилие в деревообрабатывающих станках создается силами резания и подачи. Эти силы пропорциональны мощности соответственно механизма главного движения и подачи, поэтому норма жесткости зависит от мощности соответствующего

механизма. Норму жесткости берут по значению приведенной жесткости, т.е. жесткости, приходящейся на 1 кВт мощности соответствующего механизма.

Иногда при расчетах удобно пользоваться не статической жесткостью, а ее обратной величиной, называемой **податливостью**.

Податливость, мкм/Н

$$W = \frac{1000}{j}. \quad (23)$$

Если известна податливость узлов станка в заданном направлении, то податливость станка равна сумме податливостей узлов:

$$W_c = W_1 + W_2 + W_3 + \dots + W_n.$$

**Динамическая жесткость** – это жесткость тела или системы тел, работающих в динамическом режиме, при котором движение рабочих органов станка происходит неравномерно. Для каждого динамического режима существует своя динамическая жесткость, Н/мм

$$j_d = \frac{j}{K}, \quad (24)$$

где  $j$  - статическая жесткость, Н/мм;

$K$  - динамический коэффициент ( $K > 1$ ).

**Статическая жесткость узлов деревообрабатывающих станков должна находиться в пределах установленных норм.**

### 2.3.4. Технологическая стабильность станка

Деревообрабатывающий станок, у которого начальное поле рассеяния совпадает с полем допуска на размер обрабатываемой детали  $\delta$  ( $\omega_{cl} \leq 0,9\delta$ ), через некоторое время после начала работы может давать бракованные детали. Часть деталей может выходить за пределы допуска  $\delta$ , станок расстраивается.

Станок, у которого наблюдается быстрое смещение поля рассеяния размеров  $\omega$  относительно поля допуска  $\delta$ , является технологически нестабильным.

**Технологической стабильностью станка называют его способность сохранять неизменными уровень настройки и поле рассеяния размеров в течение времени обработки партии деталей.**

Технологическая нестабильность станка характеризуется **коэффициентом смещения центра настройки и коэффициентом рассеяния размеров**. Смещение центра настройки во время работы станка происходит по причине износа режущего инструмента, уменьшения величины развода зубьев, тепловых деформаций деталей станка. В результате этого центр поля рассеяния размеров смещается.

**Коэффициент технологической нестабильности станка по смещению центра настройки  $C_1$ , мм/ч, находится экспериментальным путем по выражению:**

$$C_1 = \frac{\bar{X}_k - \bar{X}_1}{t_k - t_1}, \quad (25)$$

где  $\bar{X}_k, \bar{X}_1$  – средние арифметические значения размеров последней и первой мгновенных выборок, мм;

$t_k, t_1$  – время в момент получения конечной и первой мгновенных выборок, ч.

Если  $C_1 = 0$ , то станок по смещению центра настройки стабилен (рис. 13).

Для определения значения  $C_1$  делают две мгновенные выборки по 5 – 20 замеров контролируемого размера деталей, полученных в последовательности их обработки. Первую выборку

делают в момент настройки станка  $t_1$ , а вторую – через промежуток времени  $(t_k - t_1)$ , ч, непрерывной работы.

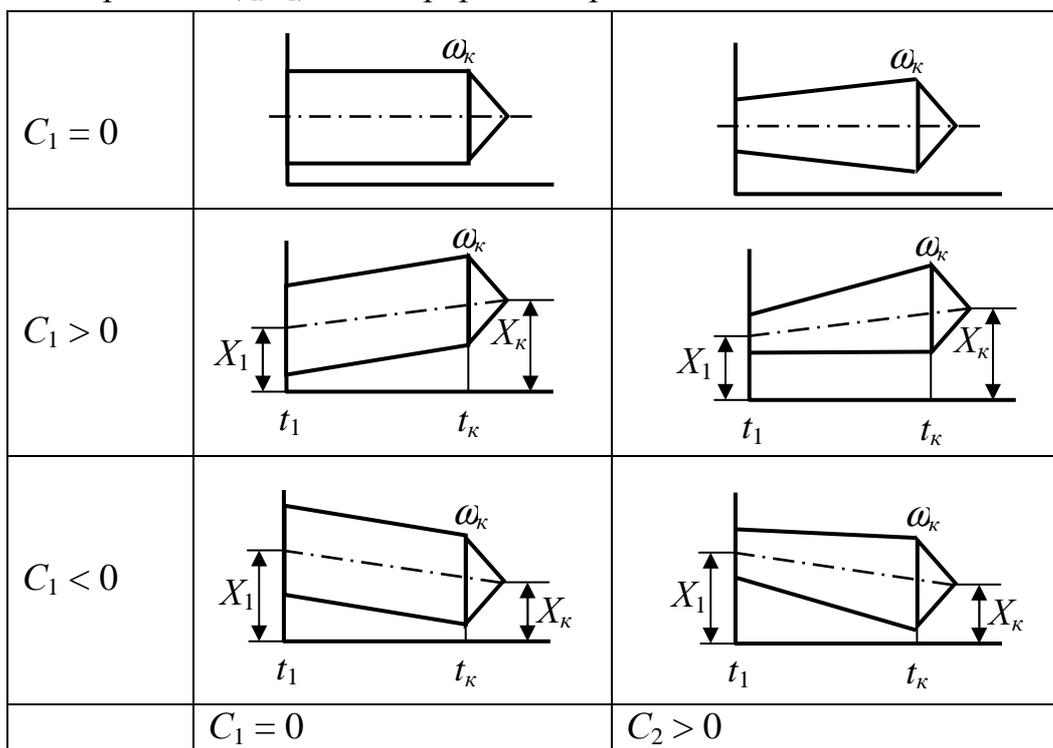


Рис. 13. Виды точностных диаграмм технологических процессов обработки деталей на станках

На технологическую нестабильность станка по рассеянию размеров влияют такие факторы, как неоднородность физико-механических свойств древесины, неодинаковость припуска, погрешности базирования заготовок и др. Эти факторы изменяют величину силы резания, которая по разному деформирует систему инструмент-деталь-станок, изменяя размеры детали.

**Коэффициент технологической нестабильности станка по рассеянию размеров  $C_2$ , мм/ч, находится из выражения:**

$$C_2 = \frac{\omega_k - \omega_1}{t_k - t_1}, \quad (26)$$

где  $\omega_k, \omega_1$  – поле рассеяния размеров деталей в момент последней и первой мгновенных выборок, мм;  $\omega_k = 6S_k$ ,  $\omega_1 = 6S_1$ , где  $S_k, S_1$  – средние квадратичное отклонения в последней и первой мгновенных выборках, мм.

Если  $C_2 = 0$ , то станок по рассеянию размеров стабилен.

Станки, нестабильность которых характеризуется большими значениями коэффициентов  $C_1$  и  $C_2$ , быстро расстраиваются. Настраивать их на размер необходимо с учетом знака и величины этих коэффициентов.

### 2.3.5. Настройка станка на размер

**Размерной настройкой станка называется процесс регулирования расстояния между режущими кромками инструмента и базирующими элементами станка (стол, направляющей линейкой и т.п.) с целью обработки возможно большего количества деталей с размерами в пределах заданного допуска в течение настроенного периода.**

Существует три метода размерной настройки станка:

- координатный;
- по эталону;
- по пробным деталям.

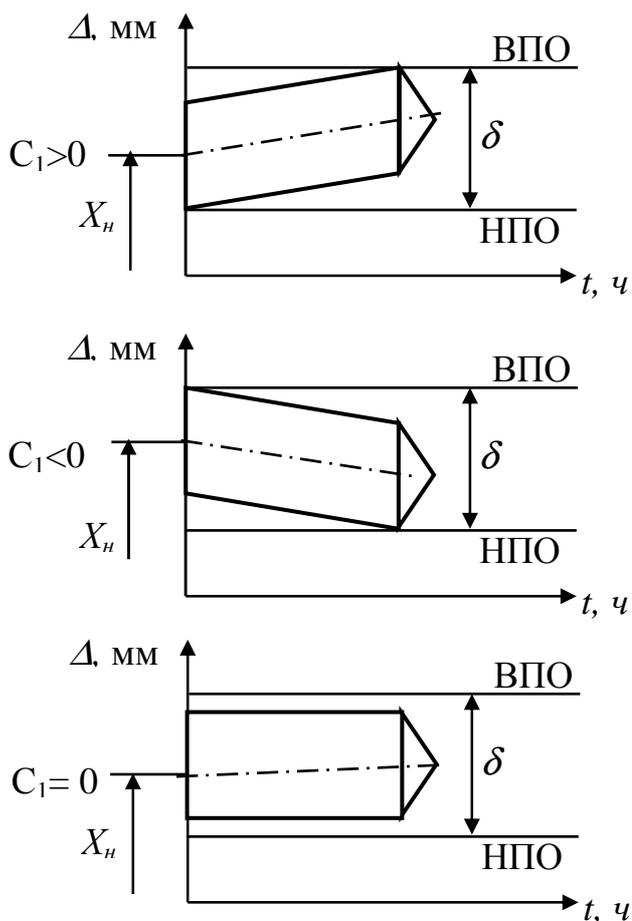
**Координатный способ настройки** осуществляется установкой размера с помощью отсчетного устройства (лимба, по упору и т.д.). Настройка выполняется быстро. Однако отсчетное устройство должно работать с высокой точностью.

**При эталонном способе настройки** необходимо иметь эталонный образец детали, изготовленный с высокой точностью и обеспечивающий длительный срок службы.

**Метод настройки станка по пробным деталям** получил широкое распространение. Содержание метода рассмотрено ниже.

Теоретически процесс размерной настройки состоит в совмещении поля рассеяния обрабатываемого размера  $\omega_{с.л}$  с заданным полем допуска размера  $\delta$ . Настройка станка для работы без брака возможна, если  $\delta > \omega_{с.л}$ . В этом случае настройка начинается с определения центра настройки станка  $X_n$ . Принимая  $C_2 = 0$  ( $\omega_{с.л} = 0$ ), по рис. 14 можно получить следующие формулы для расчета значений центра настройки:

$$\left. \begin{array}{l} \text{при } C_1 > 0 \quad X_n = d + \text{НПО} + \frac{\omega}{2}, \\ C_1 < 0 \quad X_n = d + \text{ВПО} - \frac{\omega}{2}, \\ C_1 = 0 \quad X_n = d + \frac{(\text{НПО} + \text{ВПО})}{2}, \end{array} \right\} \quad (27)$$



где  $X_n$  – начальный центр настройки, мм;

$d$  – номинальный размер детали, мм;

НПО, ВПО – соответственно нижнее и верхнее предельное отклонение допуска размера, мм;

$\omega$  – поле рассеяния размера при обработке партии деталей на станке, мм.

Для первой выборки принимают  $\omega = 0,9\delta_{\min}$ , где  $\delta_{\min}$  – допуск самого точного качества, входящего в группу класса точности данного станка. В последующих выборках  $\omega = 6S$ , где  $S$  – среднее квадратичное отклонение размера в партии деталей, мм.

Рис. 14. Схемы к определению центра настройки станка при  $C_2 = 0$

**Порядок настройки станка.** При настройке станка по формулам (27) находят начальный центр настройки  $X_n$ . Станок настраивают на размер  $(X_n + 1)$  мм. Затем обрабатывают пробные детали и измеряют их контролируемый размер. Составляют первую мгновенную выборку. Измерение размера ведут

инструментом с ценой деления не более  $1/6$  поля допуска измеряемого размера.

Определяют центр группирования размеров выборки по формуле, мм [5]:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n}, \quad (28)$$

где  $x_j$  – случайные размеры в выборке, мм;

$n$  – количество размеров в выборке.

Определяют величину корректировки размера

$$\Delta X_n = X_n - \bar{X}.$$

Базовую поверхность станка следует подвинуть на величину  $\Delta X_n$ . После этого можно считать, что станок настроен.

Среднее квадратичное отклонение в мгновенной выборке допускается определять по величине размаха

$$S = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{d_n}, \quad (29)$$

где  $S$  – среднее квадратичное отклонение, мм;

$X_{\max}, X_{\min}$  – соответственно максимальное и минимальное значения в мгновенной выборке, мм;

$d_n$  – коэффициент, изменяющийся в зависимости от объема  $n$  мгновенной выборки (табл. 7).

Таблица 7

Значения коэффициента  $d_n$

n	$d_n$	n	$d_n$	n	$d_n$
2	1,128	8	2,847	14	3,407
3	1,693	9	2,970	15	3,472
4	2,059	10	3,078	16	3,532
5	2,326	11	3,173	17	3,588
6	2,534	12	3,258	18	3,640
7	2,704	13	3,336	19	3,689
				20	3,735

Начальное поле рассеяния размеров, мм

$$\omega_n = 6S.$$

Величина абсолютной погрешности настройки

$$\varepsilon = \frac{t_p}{\sqrt{n}} S.$$

Значение  $\frac{t_p}{\sqrt{n}}$  приведены в табл. 8.

Настройка станка считается выполненной правильно, если соблюдается условие

$$|\bar{X} - (X_n \pm S)| \leq \varepsilon. \quad (30)$$

Если условие (30) не соблюдается, то обрабатываются новые пробные детали и производится дополнительная поднастройка станка.

Таблица 8

Значение  $\frac{t_p}{\sqrt{n}}$  в зависимости от уровня доверия  $P$  и

количества измерения размера  $n$

$n$	Значение $\frac{t_p}{\sqrt{n}}$ при уровне доверия				
	0,900	0,950	0,980	0,990	0,999
5	0,899	1,150	1,500	1,80	3,07
6	0,793	1,000	1,280	1,51	2,44
7	0,716	0,890	1,130	1,32	2,04
8	0,657	0,816	1,020	1,19	1,78
9	0,611	0,754	0,940	1,08	1,59
10	0,574	0,706	0,873	1,00	1,45

Предельное смещение центра настройки определяется по выражению

$$\Delta X_{мп} = \delta - \omega. \quad (31)$$

Если коэффициент смещения центра настройки  $C_1$  имеет размерность мм/ч, то максимальное количество деталей, которые можно обработать на станке в межнастроечный период, равно

$$N = \frac{60V_s \Delta X_{нп}}{LC_1}, \quad (32)$$

где  $V_s$  – скорость подачи, м/мин;

$L$  – ход стола, м.

**Наладка станка.** Наладку станка делают после установки его на фундамент или после ремонта.

**Наладка станка – это комплекс работ, включающий проверку, регулирование и согласование взаимодействия всех узлов, установку режимов обработки, пробный пуск и контроль обработанных деталей.**

В процессе наладки устанавливают требуемую величину перемещений суппортов, кареток, столов; включают заданный режим работы станка; проверяют зажимы, правильность подвода и отвода рабочих органов; делают размерную настройку и обрабатывают пробные детали с измерением точности их размеров и шероховатости. Перечень и последовательность технологических операций при наладке устанавливается для каждого станка в отдельности.

Выявленные при наладке неисправности устраняют. Наладка считается выполненной, если станок обеспечивает получение деталей заданной точности и шероховатости. Переналадку станка делают при необходимости обрабатывать детали другой формы и размеров.

## Контрольные вопросы и задания

1. В каких случаях используют термины "отклонение размеров" и "рассеяние размеров"?
2. Дайте определения систематических и случайных погрешностей.
3. По какому принципу назначены классы точности станка? Изложите методику определения класса точности станка.
4. Дайте определение технологической стабильности станка. Какими параметрами оценивается технологическая нестабильность станка?
5. Изложите методику настройки станка по пробным деталям.
6. В чем разница между наладкой и настройкой станка?

## 2.4. Надежность

Качество машины, ее технические показатели ценны лишь в том случае, если они постоянны в течение длительного времени в условиях нормальной эксплуатации. **Свойство машины выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей при заданных режимах и условиях использования, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования называется надежностью.**

Допустим, что в результате проверки 400 деталей машины получены данные, приведенные в табл. 9.

Таблица 9

Изменение отказов деталей машины во времени

Время работы машины, час	Число отказов за интервал времени	Полное число отказов с начала работы	Число деталей, оставшихся исправными
0	–	0	400
1	100	100	300
4	89	189	211
7	47	236	161
20	162	398	2

Надежность есть функция времени, в течение которого должна работать деталь. Если время работы составляет 1 час, то надежность работы равна  $300/400 = 0,75$ . Если время работы равно 4 часам, то надежность равна  $211/400 = 0,53$ , при времени 7 час –  $161/400 = 0,4$ , при времени 20 час –  $2/400 = 0,005$ . Таким образом, надежность есть понятие вероятностное. Значение надежности стремится к нулю по мере увеличения срока службы машины.

Надежность машины обеспечивается совокупностью четырех свойств: безотказностью, долговечностью, ремонтпригодностью и сохраняемостью (ГОСТ 27.002-89).

**Безотказность** характеризуется сохранением работоспособного состояния машины в течение некоторого времени или наработки. В работоспособном состоянии станок обеспечивает выполнение заданных функций в соответствии с нормативно-технической или конструкторской документацией. Через некоторое время работы станка в нем возможны неисправности, без устранения которых невозможно дальнейшее выполнение станком всех или одной из его главных функций по обработке деталей. **Потерю работоспособности станка из-за неисправностей называют отказом.**

В зависимости от причины, вызывающей отказ, различают отказы явный и скрытый, внезапный и постепенный, конструктивный, производственный и эксплуатационный.

**Явный отказ** обнаруживается визуально или штатными методами и средствами контроля. Этот вид отказа связан с поломкой элементов и остановкой машины.

**Скрытый отказ** не обнаруживается визуально или штатными методами и средствами контроля. Он выявляется при проведении технического обслуживания или специальными методами диагностики.

**Внезапный отказ** характеризуется скачкообразным изменением значений одного или нескольких параметров станка.

**Постепенный отказ** возникает в результате постепенного изменения значений одного или нескольких параметров станка. Отказ возникает по причине физического или усталостного износа деталей станка.

**Конструктивный отказ** возникает по причине, связанной с несовершенством или нарушением установленных правил и норм проектирования и конструирования.

**Производственный отказ** возникает из-за несовершенства или нарушения установленного процесса изготовления и ремонта, выполняемого на ремонтном предприятии.

**Эксплуатационный отказ** связан с нарушением установленных правил и условий эксплуатации.

**Долговечность. Долговечность - это свойство машины сохранять работоспособное состояние до наступ-**

**ления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта.** При предельном состоянии станка его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна, либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно. Показателями долговечности является технический ресурс (наработка до ремонта или полной замены) и срок службы.

Машина должна эксплуатироваться до тех пор, пока ее использование будет технически и экономически целесообразно.

**Ремонтопригодность. Ремонтопригодность - это свойство объекта техники, заключающееся в приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем проведения технического обслуживания и ремонта.**

При наступлении отказа машина полностью или частично утрачивает работоспособность. Чем быстрее и проще можно восстановить работоспособность машины, тем надежнее она будет в эксплуатации.

Ремонтопригодность представляет собой совокупность технологичности при техническом обслуживании и ремонтной технологичности объектов техники.

**Сохраняемость – свойство объекта сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующих способности объекта выполнять требуемые функции, в течение и после хранения и транспортирования.**

## **2.5. Технологические критерии**

### **2.5.1. Трудоемкость изготовления машин**

**Под трудоемкостью изготовления изделия понимают суммарные затраты труда на выполнение технологических процессов изготовления изделия** (ГОСТ 14.205-83).

Для сравнения различных машин по трудоемкости их изготовления часто используют понятие удельной трудоемкости изготовления.

**Удельная трудоемкость изготовления машины  $K_m$  выражается отношением трудоемкости изготовления машины  $A_{мс}$  к величине ее полезного эффекта или номинальному значению основного параметра  $Q$ :**

$$K_T = A_{тс}/Q.$$

В качестве основного параметра машины можно принять установленную мощность приводов, кВт, или другой показатель.

## 2.5.2. Критерий технологических возможностей

**Критерий технологических возможностей** отражает простоту и принципиальную возможность изготовления машины.

Любая машина может быть сделана из пяти типов элементов (агрегатов, узлов, деталей):

$A_c$  – стандартных или покупных элементов, получаемых в готовом виде;

$A_y$  – унифицированных элементов, заимствованных из выпускаемых машин, многократно проверенных;

$A_{н1}$  – новых элементов, изготовление которых не вызывает затруднений, но требует разработки и отладки технологии их изготовления;

$A_{н2}$  – новых элементов, изготовление которых вызывает значительные затруднения (требуется разработка новой технологии с изготовлением сложной технологической оснастки, приобретение дорогого оборудования и т.п. );

$A_{н3}$  – новых элементов, изготовление которых вызывает пока непреодолимые трудности.

Критерий технологических возможностей находят по формуле

$$K_{ТВ} = \varepsilon \frac{k_c A_c + k_y A_y + k_{н1} A_{н1} + k_{н2} A_{н2}}{A_c + A_y + A_{н1} + A_{н2} + A_{н3}},$$

где  $\varepsilon = 1$ , если  $A_{н3} = 0$  и  $\varepsilon = 0$ , если  $A_{н3} > 0$ ;

$k_c, k_y, k_{н1}, k_{н2}$  – весовые коэффициенты,  $k_c = 1$ ,

$k_c > k_y > k_{н1} > k_{н2}$ , например,  $k_y = 0,5$ ;  $k_{н1} = 0,2$ ;  $k_{н2} = 0,01$ ;

$A_c, A_y, A_{н1}, A_{н2}, A_{н3}$  – соответственно число наименований стандартных, унифицированных и новых элементов в машине.

Критерий  $0 \leq K_{ТВ} \leq 1$ , и чем он больше, тем больше сохраняются известные решения в машине, тем в большей степени используются покупные и унифицированные элементы, многократно проверенные в работе и изготовлении.

Конструктор часто стремится удовлетворить высокие требования к машине известными, традиционными структурами, используя конструктивные решения, уже отработанные на известных образцах. Такой подход требует минимума затрат времени и средств, но влечет за собой нежелательные последствия.

При излишнем увлечении преемственностью, заимствованием, унификацией, попыткой воспользоваться тем, что уже создано и опробовано, невозможно обеспечить требуемого роста уровня показателей машин, невозможно лидировать на мировом рынке. Спроектированные таким образом машины быстро морально стареют и через короткое время нуждаются в дополнительной модернизации.

Однако это не значит, что надо разрабатывать только новые машины. Как правило, желаемый результат можно достичь при комбинации известных решений с новыми структурными решениями, построенными на современных физических и технологических принципах.

Обычно в новые современные машины из ранее разработанных прототипов переносится в среднем до 50% конструктивных решений без переделок или с частичными изменениями. При этом высокие значения показателей преемственности достигаются за счет в основном второстепенных структурных элементов, переносимых из одного поколения машин в другое. Основные подсистемы при этом, как правило, создаются заново [6].

### 2.5.3. Использование материалов

***Материалоемкость машины характеризуется расходом материалов, необходимых на ее изготовление, эксплуатацию и ремонт (ГОСТ 14.205-83). При анализе машин пользуются понятием удельной материалоемкости  $K_{уд.м}$ , величина которой определяется отношением***

**материалоемкости машины к величине ее полезного эффекта или номинального значения основного параметра:**

$$K_{уд.м} = \frac{G}{P},$$

где  $G$  – массы машины;

$P$  – основной параметр машины.

Значения удельной материалоемкости для некоторых деревообрабатывающих станков приведены в табл. 10.

Таблица 10

Удельная материалоемкость деревообрабатывающих машин

Станки	Удельная материалоемкость			Параметр П, см
	$K_{уд.м}$ по П, кг/см	по произво- дительности, кг/(м·мин <sup>-1</sup> )	по мощ- ности, кг/кВт	
Лесопильные рамы двухэтажные	250 - 300	2000	250 - 300	Просвет
Круглопильные станки:				
для бревен	80	100	70 - 90	Высота пропила
для досок:				То же
обрезные	200	30 - 40	40 - 60	То же
прирезные	180	70	140 - 160	То же
Ленточнопильные для бревен	30 - 350	700 - 800	200 - 250	То же
Фуговальные	12 - 15	60 - 70	150 - 170	Ширина стола
Рейсмусовые	25 - 30	90 - 100	180 - 220	То же
Четырехсторонние продольно-фрезерные:				Ширина детали
тяжелые	150 - 250	100 - 120	50 - 70	То же
легкие	100 - 150	120 - 170	90 - 110	То же
Фрезерные:				Высота обработки
с нижним шпинделем	70	100 - 120	130 - 150	То же
с верхним шпинделем	250	400 - 500	350 - 450	То же
Шипорезно-рамные:				Длина детали
двусторонние	200 - 250	50 - 700	150 - 170	То же
ящичные	25 - 35	–	90 - 110	Ширина обработки
Сверлильно-пазовальные	25 - 35	–	150 - 170	Диаметр сверла
Токарные	30 - 50	–	500 - 600	Высота центра

Снижение массы новых машин имеет большое технико-экономическое значение. Снижение массы достигается различными способами. Наиболее прогрессивные из них следующие:

- применение повышенных частот вращения валов. Применение больших скоростей позволяет избавиться от тяжелых и громоздких редукторов, упростить передающую часть машины, снизить нагрузки на детали и сделать детали легкими;

- изготовление деталей из более прочных и легких материалов: легированных сталей, пластмасс и других материалов;

- применение в кинематике станка прогрессивных видов привода, узлов бесступенчатого регулирования;

- применение более точных методов расчета деталей на прочность и жесткость.

Металлоемкость станков характеризуется **критерием металлоемкости**  $K_m$ , который равен отношению массы машины  $G$  к ее главному показателю эффективности  $Q$  (установленная мощность, кВт; максимальная ширина обработки, см, для фуговальных, рейсмусовых и других станков; производительность, шт./мин, м/мин и т.д.):  $K_m = G/Q$ .

### 2.5.4. Расчленение машины на элементы

Критерий расчленения машины на элементы служит мерой оптимальности расчленения машины на узлы и детали с целью упрощения технологии разработки, доводки, изготовления, ремонта, модернизации, унификации и стандартизации.

Чем меньше в машине сборочных единиц и деталей, тем меньше ее масса, выше жесткость и надежность, меньше трудоемкость механической обработки и сборки.

Большее расчленение машины на сборочные единицы и детали тоже имеет свои преимущества. Большее расчленение машины с новыми элементами позволяет сократить время и трудоемкость разработки и доводки машины в целом. В процессе разработки и доводки нового станка экономичнее и проще устранять недостатки отдельных более простых узлов и деталей. Расширяются возможности унификации и стандартизации.

## 2.6. Затраты на информационное обеспечение

**Критерий затрат на информационное обеспечение**  $K_{ио}$  определяется как отношение затрат  $S$  на приобретение и эксплуатацию вычислительной техники, разработку программного или информационного обеспечения, проведение исследований машины на патентную чистоту, на возможность защиты ее патентом к одному из показателей эффективности  $Q$ :  $K_{ио} = S/Q$ .

## 2.7. Антропологические критерии развития

Антропологические показатели обеспечивают максимальную приспособленность машины к человеку, снижение дискомфорта, повышение положительных эмоций.

**Критерий эргономичности** характеризует использование в системе человек-машина физических, психологических и интеллектуальных возможностей человека. Для снижения утомляемости рабочих в конструкции машины с ручным управлением должны учитываться физиологические и психологические требования, определяемые строением человеческого тела и деятельностью его органов. Положение рукояток и кнопок управления станком должно определяться с учетом роста рабочего, с учетом положения тела человека во время работы – при работе стоя или сидя.

Для современных автоматизированных машин, работающих без участия человека, эргономические требования предъявляются только к тем органам автомата, которые используются рабочим при его наладке и настройке.

**Красота станка.** При конструировании общего вида и сборочных единиц машины большое внимание уделяется их внешнему виду, т.е. технической эстетике. Их внешнее оформление должно производить на человека благоприятное впечатление.

Красивый внешний вид машины обеспечивается инженерами-дизайнерами и конструкторами.

**Безопасность работы станков.** Деревообрабатывающий станок с точки зрения безопасной работы должен обеспечить исключение случайных несчастных случаев при работе на нем обученного персонала, а также предупреждение травмирования рабочих путем создания нормальных условий эксплуатации и обслуживания.

К основным опасным и вредным факторам деревообрабатывающих станков относятся:

- повышенные запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- повышенный уровень шума и вибрации;

**Шум – это совокупность звуков различной частоты и интенсивности (силы), возникающих в результате колебательного движения частиц в упругих средах.** По своей физической сущности шум идентичен звуку. Звуком называется волновое возмущение упругой среды, способное воздействовать на орган слуха в пределах его частотного и динамического диапазона. Звуковые процессы характеризуются звуковым давлением, длиной волны, скоростью распространения звуковых волн и частотой колебаний.

Шум, являясь общебиологическим раздражителем, не только действует на органы слуха человека, но и может вызвать расстройство сердечно-сосудистой и нервной систем, пищеварительного тракта, а также способствовать возникновению гипертонической болезни. Кроме того, шум является одной из причин быстрого утомления работающих, что может привести к несчастному случаю.

Интенсивный шум при ежедневном воздействии приводит к возникновению профессионального заболевания – тугоухости, выражающейся в постепенной потере остроты слуха.

В связи с этим уровень звука в рабочей зоне станка должен быть не более 78 дБ.

**Вибрация представляет собой механические колебательные движения, причиной возникновения которых**

**являются динамические силовые воздействия при работе машин и агрегатов.**

Вибрация возникает при работе машин и механизмов, инструментов, имеющих неуравновешенные вращающиеся или совершающие возвратно-поступательное движение узлы и детали.

Основными параметрами, характеризующими вибрацию, являются: амплитуда смещения (наибольшее отклонение точки от положения равновесия)  $A$ , м; колебательная скорость  $V$ , м/с; ускорение колебаний  $W$ , м/с<sup>2</sup>; период колебаний  $T$ , с; частота колебаний  $f$ , Гц.

**Экологическая безопасность станка** оценивается экологическим эффектом, который рассматривается в двух формах. Одна из них проявляется в экономии затрат на воспроизводство отдельных видов ресурсов в результате более рационального их использования, комплексной переработки, утилизации отходов и т.п. Другая форма экологического эффекта связана с предотвращением ущерба, наносимого окружающей природной среде. Имеется в виду сокращение вредных выбросов в атмосферу, в водные источники, в землю.

Работающий деревообрабатывающий станок создает запыление атмосферного воздуха в рабочей зоне. Для предотвращения этой опасности станок должен быть подключен к аспирационной системе. Для этого станок должен иметь приемник и для него экспериментальным путем должны быть установлены значения расхода воздуха, скорости воздушного потока и гидравлического сопротивления.

Деревообрабатывающая машина должна быть экологически безопасна и экономически рентабельна. При этом критерий экологической безопасности является более важным, чем критерий рентабельности. Станки с непредсказуемыми нежелательными последствиями в их нормальном режиме функционирования, угрожающими жизни и здоровью людей, недопустимы.

Экологическая безопасность машины определяется не только на стадии эксплуатации, но и на всех двенадцати стадиях жизненного цикла всех узлов, деталей (НИР; техническое задание; проектные работы; изготовление опытных образцов;

испытание образцов; доводка; подготовка производства; производство изделий; эксплуатация; капитальный ремонт; эксплуатация после ремонта; утилизация). При этом особое внимание уделяется экологической безопасности машины на стадии списания (утилизации).

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Дайте определения понятий надежности, безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости.
2. Отказ станка может быть явный, ... (перечислите другие виды отказов оборудования).
3. В классе технологических критериев различают критерий трудоемкости изготовления машины, ... (перечислите остальные критерии).
4. Какими показателями оценивается безопасность деревообрабатывающего станка?

## **3. Функциональные механизмы деревообрабатывающих станков**

***Функциональным механизмом называют часть машины (обычно сборочную единицу), выполняющую какую-либо функцию, необходимую для работы машины.***

Устройство деревообрабатывающих станков определяется их технологическим назначением. При этом станки различного технологического назначения имеют сходные конструктивные элементы и функциональные механизмы. К ним относятся станина, механизм главного движения, механизм подачи, базирующие устройства, прижимные и зажимные устройства, механизмы регулирования, управления, настройки, вспомогательные устройства и приводы.

### 3.1. Станина

Станина служит для закрепления узлов (сборочных единиц) и деталей станка. Она воспринимает усилия, действующие между отдельными элементами станка, вибрационные и динамические нагрузки, а также нагрузки от обрабатываемого материала. Станины могут быть литыми и сварными. Их изготавливают пустотелыми, обычно коробчатого сечения, обеспечивая при этом необходимую устойчивость. Конфигурация и размеры станины зависят от назначения и конструкции станка. Литые станины делают из чугуна, а сварные из стали.

### 3.2. Механизмы главного движения

***Механизмами главного движения являются рабочие органы дереворежущих станков, осуществляющие главные движения процесса резания.***

Классификация механизмов главного движения дана на рис. 15.



Рис. 15. Классификация механизмов главного движения

#### 3.2.1. Рабочие валы

***Механизмы главного движения вращательного действия*** получили наиболее широкое распространение в дереворежущих станках. Они подразделяются на рабочие валы, шпиндели и центры.

**Рабочим валом называют быстроходный вал станка с закрепленным на нем режущим инструментом в промежутке между подшипниковыми опорами.** Так выполняют ножевые валы фуговальных и рейсмусовых станков, пильные валы некоторых круглопильных станков (рис. 16). В связи с высокой частотой вращения (до  $6000 \text{ мин}^{-1}$  и выше) и значительной их длиной валы для повышения их жесткости и виброустойчивости закрепляются на станине неподвижно, без регулировочных перемещений.

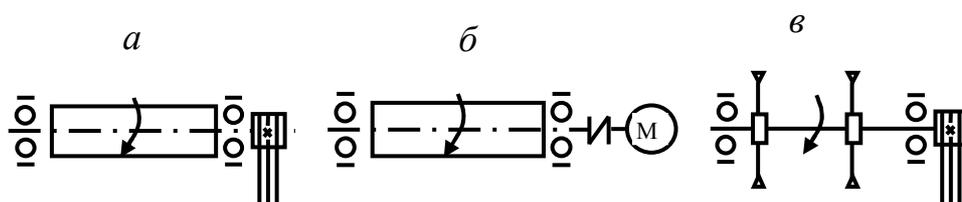


Рис. 16. Рабочие валы:

*а, б* – ножевые валы; *в* – пильный вал

Конструкции ножевых валов приведены на рис. 17. Лезвия ножей могут быть прямолинейными, винтовыми, ступенчатыми, ступенчато-наклонными или в виде неперетачиваемых пластин с несколькими режущими кромками.

В общем случае ножевой вал содержит тормозной шкив 1, подшипники 2, корпус 3 с пазами и приводной шкив 4 для ремней. В пазы корпуса вставлены ножи 7, 12 с планками 5 и регулировочными винтами 6. Ножи в пазах крепятся клиньями 8, 13 и винтами 9, 10. Серповидные ножи крепят с помощью вставок 11.

Вал с неперетачиваемыми четырехсторонними пластинками из твердого сплава (рис. 17, д) имеет геликоидальные пазы, в которых закреплены в шахматном порядке указанные пластинки. Такая конструкция вала обеспечивает при фрезеровании заготовки высокое качество обработанной поверхности, большую скорость удаления стружки и низкий уровень шума. Каждая пластинка может быть снята в индивидуальном порядке для замены.

На рис. 18 показан чертеж ножевого вала.

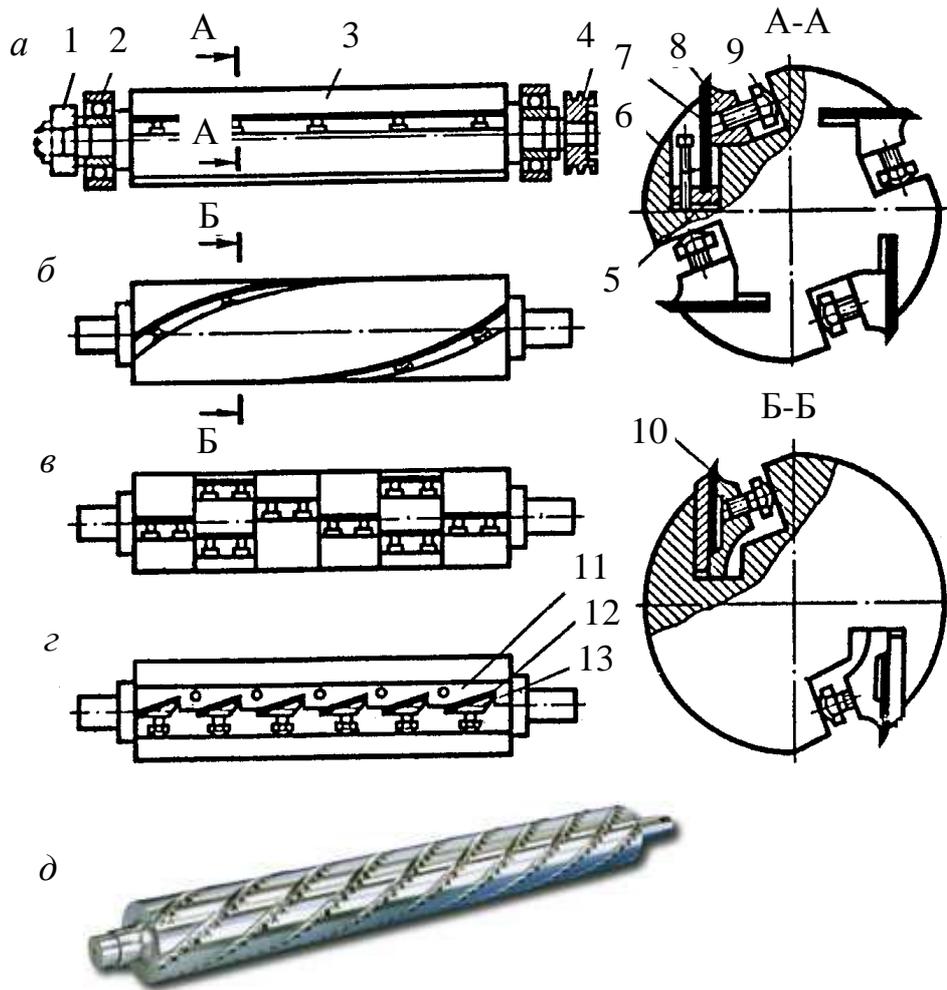


Рис. 17. Ножевые валы с расположением ножей:  
*a* – прямолнейным, *б* – винтовым, *в* – ступенчатым,  
*г* – ступенчатым с наклоном режущей кромки;  
*д* – с неперетачиваемыми пластинками

### 3.2.2. Шпиндели

**Шпиндель – быстроходный вал станка с креплением режущего инструмента на его консольной части.**

Шпиндели применяются на станках круглопильных, фрезерных, сверлильных, шипорезных и др. Шпиндели могут иметь настроечные перемещения.

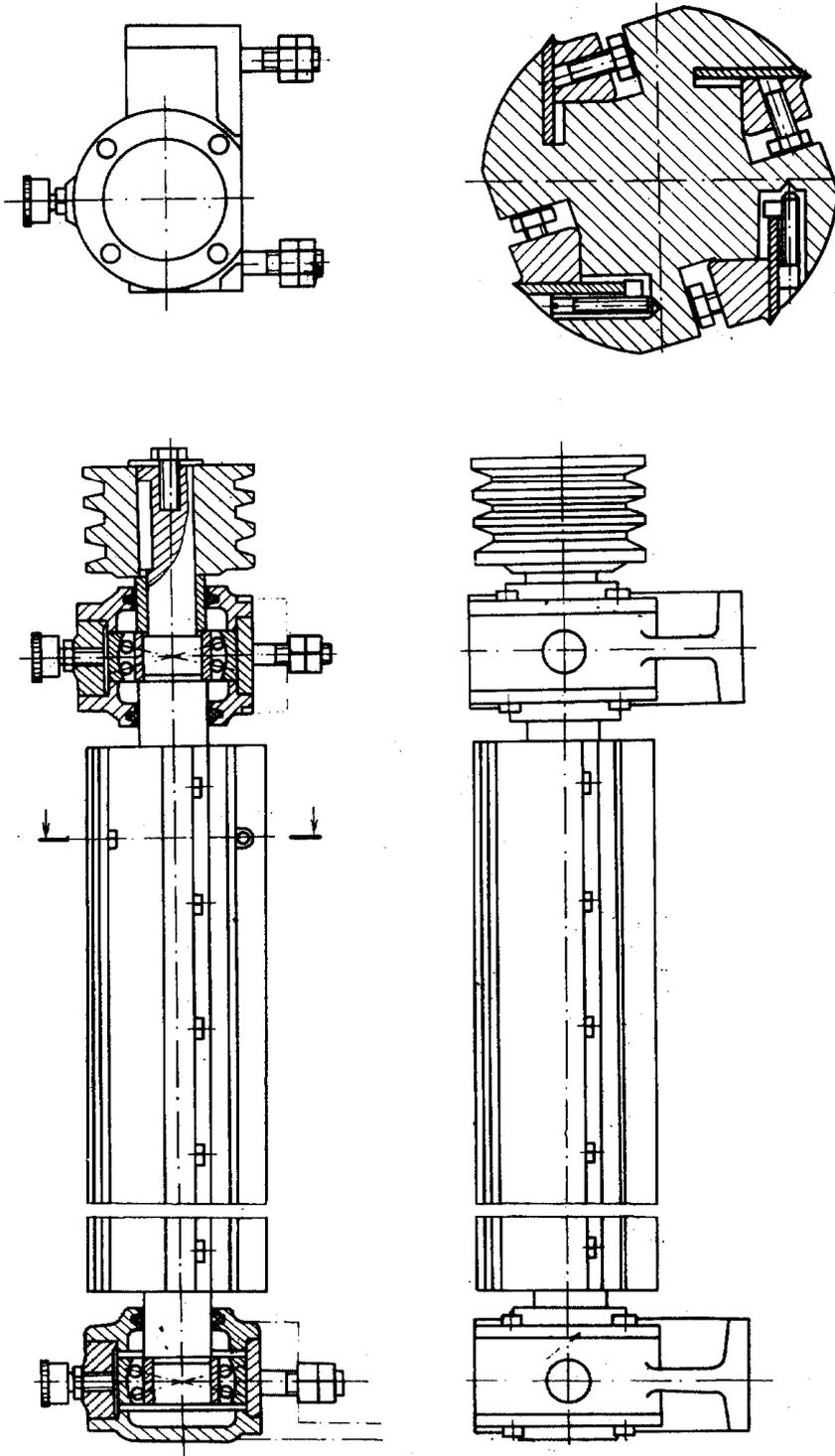


Рис. 18. Чертеж ножевого вала

По способу соединения с двигателем возможны три варианта исполнения шпинделя (рис. 19).

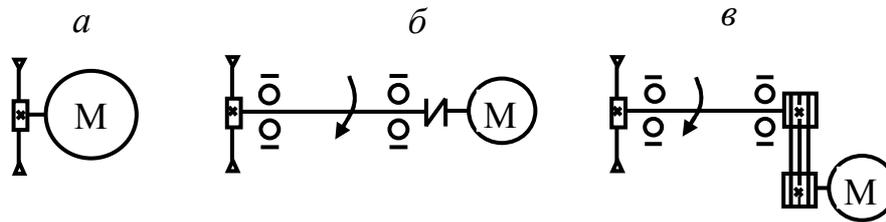


Рис. 19. Способы соединения шпинделя с электродвигателем:

*a* – в качестве шпинделя использован вал двигателя;

*б* – муфтой; *в* – ременной передачей

На рис. 20 показан шпиндель круглопильного станка. Шпиндель состоит из пильного вала с пилами на консоли, установленного в подшипниковых опорах, который может быть соединен с электродвигателем ременной передачей.

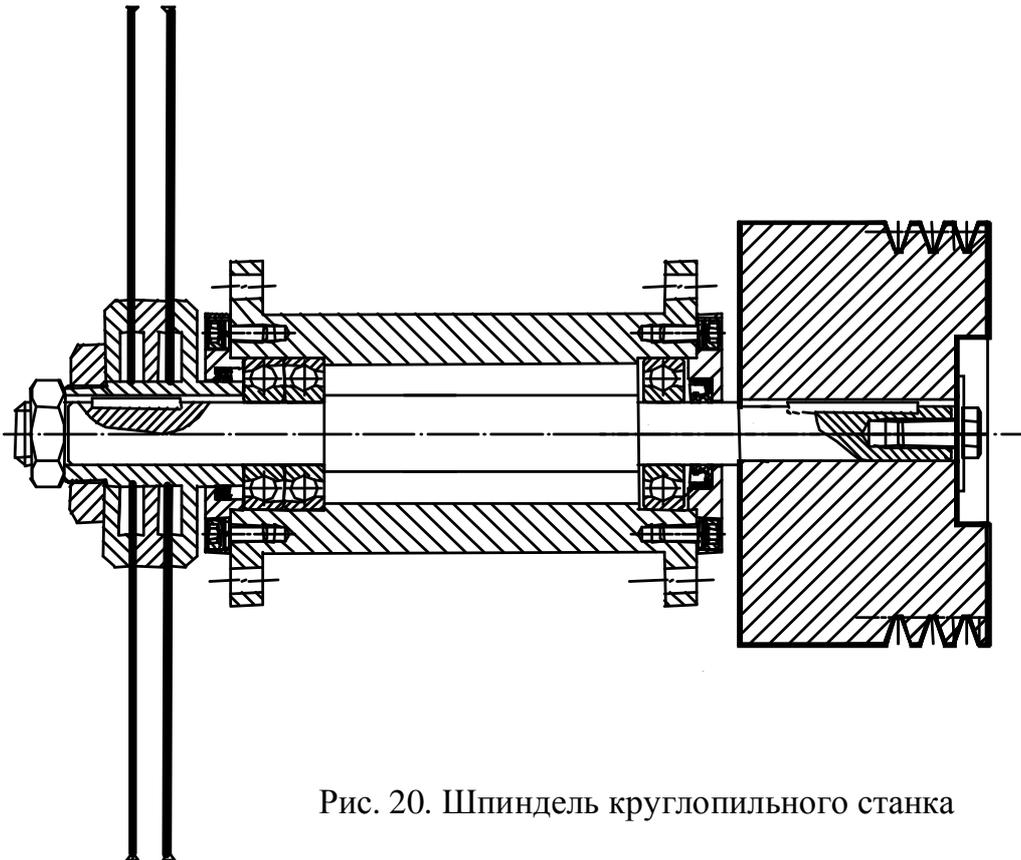


Рис. 20. Шпиндель круглопильного станка

На рис. 21 показан шпиндельный узел вертикального фрезерного станка.

Шпиндель 4 установлен в подшипниковых опорах на суппорте с возможностью вертикального настроечного перемещения. На верхней консоли шпинделя имеется конусное отверстие 10 для крепления в нем оправки с фрезой, а на нижней консоли расположен шкив 2 ременной передачи. Шкив крепится гайкой 1.

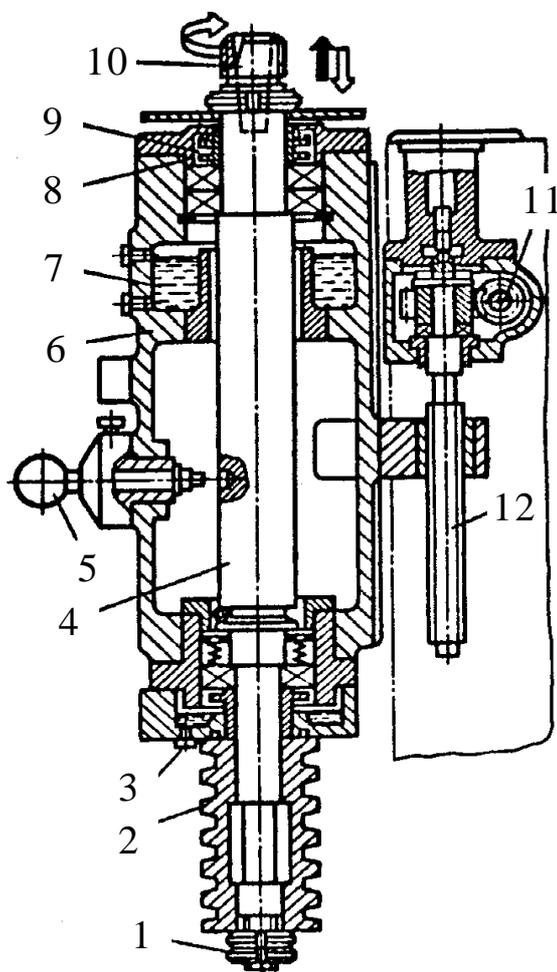


Рис. 21. Шпиндельный блок

10 для крепления в нем оправки с фрезой, а на нижней консоли расположен шкив 2 ременной передачи. Шкив крепится гайкой 1.

Подшипники качения шпинделя смазываются маслом. Для этого в корпусе 6 имеются резервуар для масла 7, разбрызгиватель 8, фитиль 9 и пробки 3 для слива отработанного масла при его замене.

Для фиксации положения шпинделя при смене режущего инструмента на корпусе установлен фиксатор 5. Для подъема (опускания) корпуса шпинделя 1 используется червячная передача 11 и винт 12.

редача 11 и винт 12.

**В сверлильных станках** на консоли шпинделя смонтирован патрон для крепления в нем сверла. При этом в некоторых сверлильных станках шпиндель установлен с возможностью осевого перемещения для подачи сверла на заготовку.

В сверлильно-пазовальных станках шпиндель с концевой фрезой может совершать качательное движение.

### 3.2.3. Центры, патроны

В некоторых станках (луцильных, токарных, копировальных и др.) главное движение резания осуществляется заготовкой. Для этого заготовка зажимается в центрах 1 и 2 станка (рис. 22, *а*) или в трехкулачковом патроне 4 (рис. 22, *б*), которые обеспечивают ей вращательное движение. В этом случае режущий инструмент 3 выполняет движение подачи.

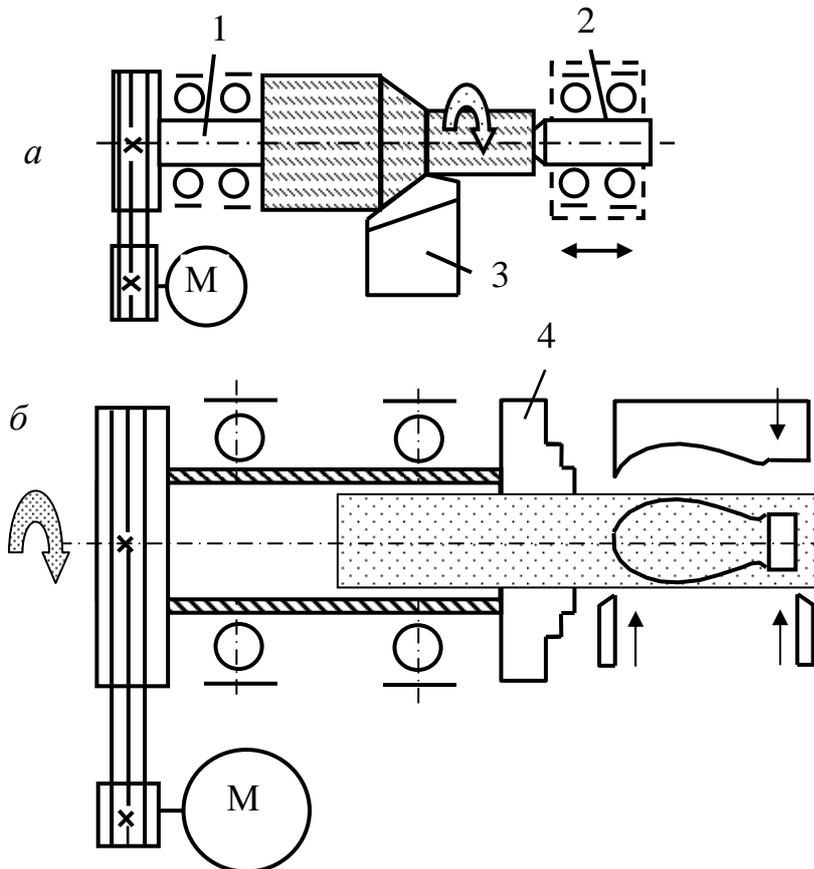


Рис. 22. Обработка деталей:  
*а* – в центрах; *б* – в патроне

### 3.2.4. Механизмы с поступательным движением

Особенностью механизмов резания с **поступательным движением** является наличие в них гибкого режущего инструмента в виде ленты, надетой на несколько шкивов (ленточно-пильные, ленточно-шлифовальные станки, цепно-долбежные и др.).

В ленточнопильном станке в качестве режущего инструмента используется ленточная пила. Пила 4 (рис. 23, *а*) в виде замкнутой ленты надета на нижний приводной 1 и верхний натяжной 7 шкивы. Натяжение ленточной пилы производится грузом 6 и настроечным винтом 5 с помощью маховичка. Привод нижнего шкива производится от электродвигателя 3 с помощью ременной передачи. Для остановки шкива имеется тормоз 2.

Натяжение пильной ленты возможно пружиной (рис. 23, *б*). При повороте маховичка с винтом верхний шкив поднимается, пильная лента натягивается. Усилие натяжения воспринимается пружиной и указывается стрелкой по шкале.

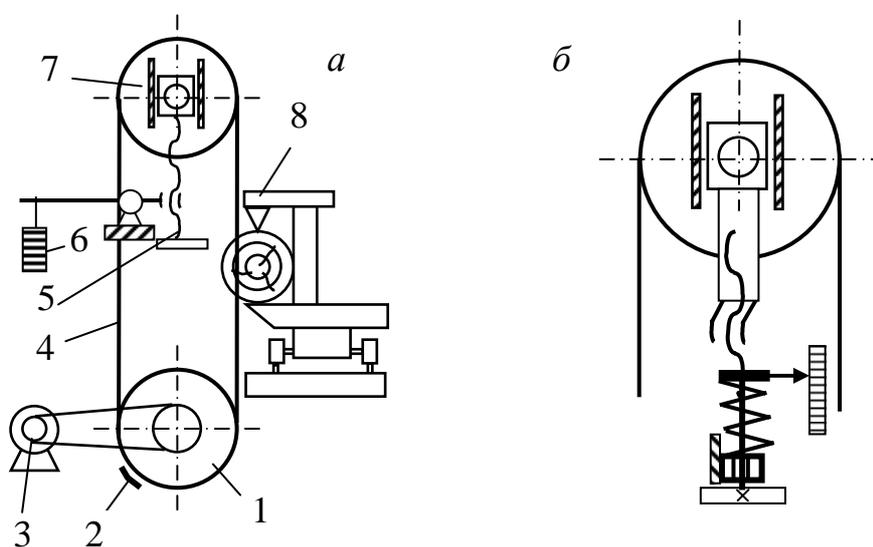


Рис. 23. Механизмы главного движения ленточнопильных станков с натяжением пильной ленты:

*а* – грузом; *б* – пружиной

В ленточном шлифовальном станке шлифовальная шкурка надета на три (рис. 24, *a*) или на два (рис. 24, *б*) шлифовальных барабана. При этом барабаны 1 являются приводными, они соединены ременной передачей или муфтой с электродвигателем, а барабан 2 – натяжной, он обеспечивает необходимое натяжение ленты. Диаметры барабанов равны 280 – 300 мм. Скорость главного движения составляет 20 – 25 м/с.

Между барабанами над лентой расположен утюжок 3, которым обеспечивается необходимое давление шкурки на заготовку. Утюжок может перемещаться по нижней ветви ленты.

Механизмы с тремя барабанами применяются для шлифования широких щитовых деталей. Они имеют высокую производительность, обеспечивают хорошее качество обработки.

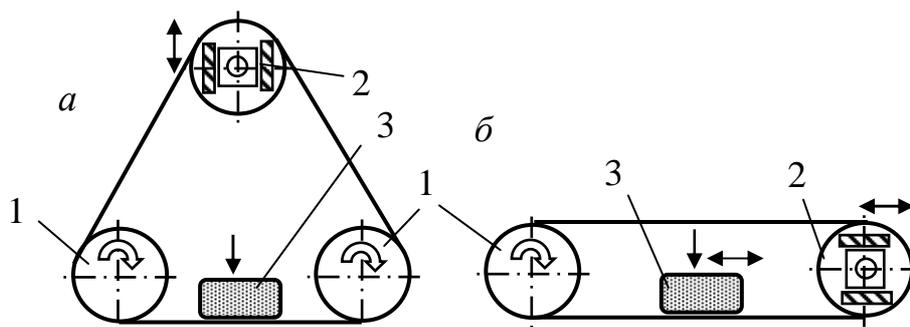


Рис. 24. Механизмы главного движения ленточных шлифовальных станков:

*a* – трехбарабанный; *б* – двухбарабанный

### 3.2.5. Механизмы с возвратно-поступательным движением

Характерным отличием механизмов главного движения с **возвратно-поступательным движением** является их переменная скорость, наличие значительных инерционных сил и неуравновешенность. Часто привод таких механизмов включает

кривошипно-шатунный механизм, который используется в лесопильных рамах, строгальных станках и др.

Принцип работы механизма главного движения лесопильной рамы показан на рис. 25. Постав пил 3 (комплект из нескольких пил) закреплен в пильной рамке, которая установлена в вертикальных направляющих станины и шарнирно соединена с шатуном 2 и кривошипом 1 коленчатого вала. Последний с помощью ременной передачи связан с двигателем 5.

При работе пильная рамка с пилами совершает возвратно-поступательное движение. Надвигаемое на пилы бревно 4 распиливается сразу либо на доски, либо на доски и брусья в зависимости от схемы установки пил.

В лесопильной раме движение пил вниз считается рабочим, когда происходит процесс пиления, а движение пил вверх считается холостым, когда пильная рамка с пилами возвращается в исходное положение.

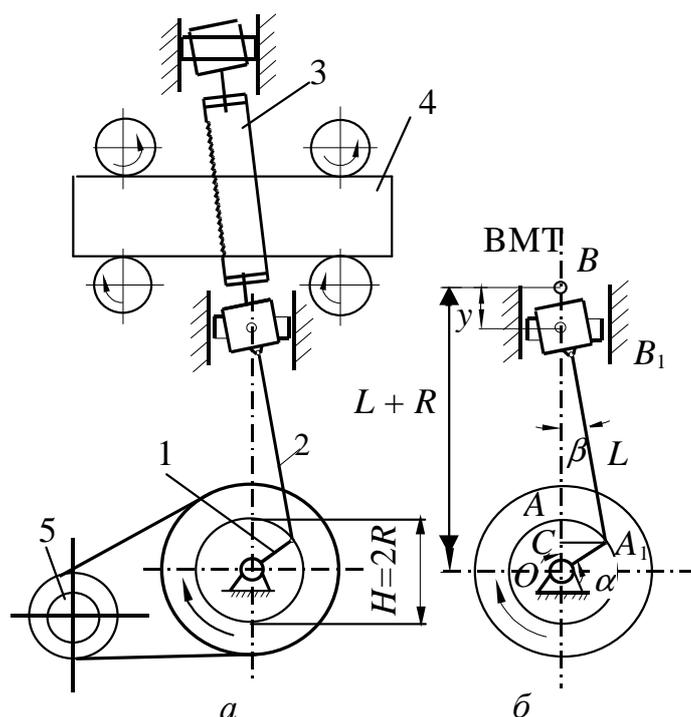


Рис. 25. Лесопильная рама: а – схема механизма главного движения; б – кривошипно-шатунно-ползунный механизм

**Скорость главного движения.** Пильная рамка с пилами совершает возвратно-поступательное движение, сообщаемое ей кривошипно-шатунным механизмом (рис. 25, б). Ее главное движение прямолинейно.

Точка  $B$  принадлежит одновременно пильной рамке и шатуну. При повороте кривошипа от вертикальной оси на угол  $\alpha$  точка  $B$  опустится в положение  $B_1$ . Путь рамки  $y$  будет равен отрезку  $AC$ . Из рис. 25, б следует:

$$y = L + R - (R \cos \alpha + L \cos \beta) = R(1 - \cos \alpha) + L(1 - \cos \beta). \quad (33)$$

Длина шатуна в 8 раз больше длины кривошипа и поэтому угол  $\beta$  мал. В связи с этим путь пильной рамки приближенно находят так:

$$y = R(1 - \cos \alpha). \quad (34)$$

Скорость главного движения, м/с:

$$V = \frac{dy}{dt} = R \sin \alpha \frac{d\alpha}{dt} = R\omega \sin \alpha = V_o \sin \alpha, \quad (35)$$

где  $\omega$  – угловая скорость вращения кривошипа,  $c^{-1}$ ;

$V_o$  – окружная скорость вращения пальца кривошипа, м/с.

При выполнении расчетов часто пользуются средней скоростью главного движения, м/с:

$$V = Hn / 30000, \quad (36)$$

где  $H$  – ход пильной рамки, мм;

$n$  – частота вращения кривошипа,  $\text{мин}^{-1}$ .

У современных лесопильных рам  $H = 700$  мм,  $n = 250 - 360 \text{ мин}^{-1}$ ,  $V = 5,8 - 8,4$  м/с.

### 3.3. Механизмы подачи

**Механизмы подачи** - это устройства машин, осуществляющие движение подачи. Подача выполняется движением заготовок, а иногда движением режущего инструмента.

**Классификация механизмов подачи** представлена на рис. 26.

В механизмах с жесткой связью обрабатываемая заготовка жестко соединена со столом, кареткой или конвейером.

В механизмах подачи с фрикционной связью органы подачи (вращающиеся вальцы или движущиеся конвейеры) перемещают заготовки за счет сил трения, возникающих в зоне контакта между заготовкой и поверхностью органов подачи.

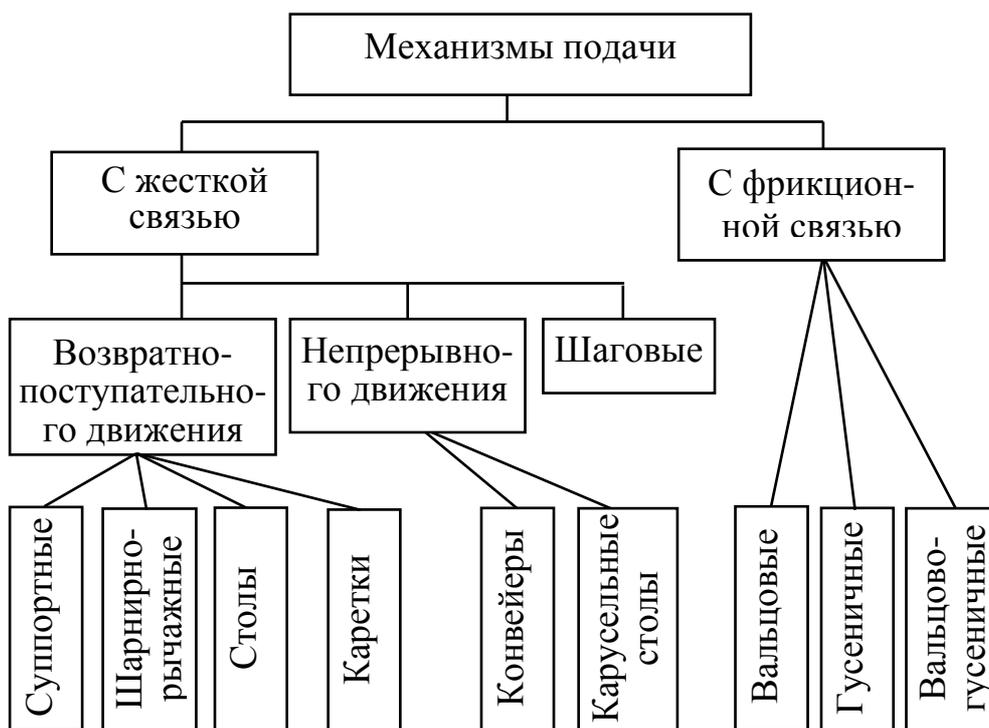


Рис. 26. Классификация механизмов подачи

### 3.3.1. Вальцовые механизмы подачи

Это один из самых распространенных видов подающих механизмов (рис. 27). Механизм подачи состоит из приводных вальцов, которые базируют заготовку и надвигают ее на режущий инструмент.

В деревообрабатывающих станках механизм подачи может быть выполнен по-разному. В одних механизмах подачи все вальцы выполнены приводными, в других приводные вальцы расположены либо только сверху, либо только снизу. Верхние вальцы при этом всегда выполнены прижимными. Прижим обеспечивается пружинами или собственным весом вальцов. Механизм главного движения станка чаще всего расположен в промежутке между вальцами, но иногда он может быть расположен за вальцами (см. рис. 27, в).

Приводные вальцы выполняются либо гладкими, либо рифлеными, либо обрешиненными. Рифленые или обрешиненные вальцы обеспечивают лучшее сцепление с заготовкой, исключают пробуксовку, например, при подаче мерзлой древесины.

В некоторых станках вальцы механизма подачи расположены вертикально.

Для обеспечения точного базирования оси всех вальцов должны быть строго параллельными, однако это выполнить чрезвычайно трудно. Если ось вальца не перпендикулярна к направлению подачи, то при движении заготовки на вальце возникает составляющая силы сцепления, которая направлена вдоль оси вальца. Эта сила вызывает перебазирование заготовки. **Таким образом, вальцовые механизмы подачи не могут обеспечить высокую точность прямолинейного перемещения заготовки.**

На рис. 27 приведены примеры схем вальцовых механизмов подачи различных деревообрабатывающих станков. Схемы могут быть самыми разнообразными и могут включать приводные и не приводные вальцы, стружколоматели, прижимы скользящие и роликовые. Механизмов главного движения в станке может быть несколько, их режущие инструменты в пространстве

могут быть расположены по-разному. Их действие на заготовку отмечено силами  $S_1$  и  $S_2$ .

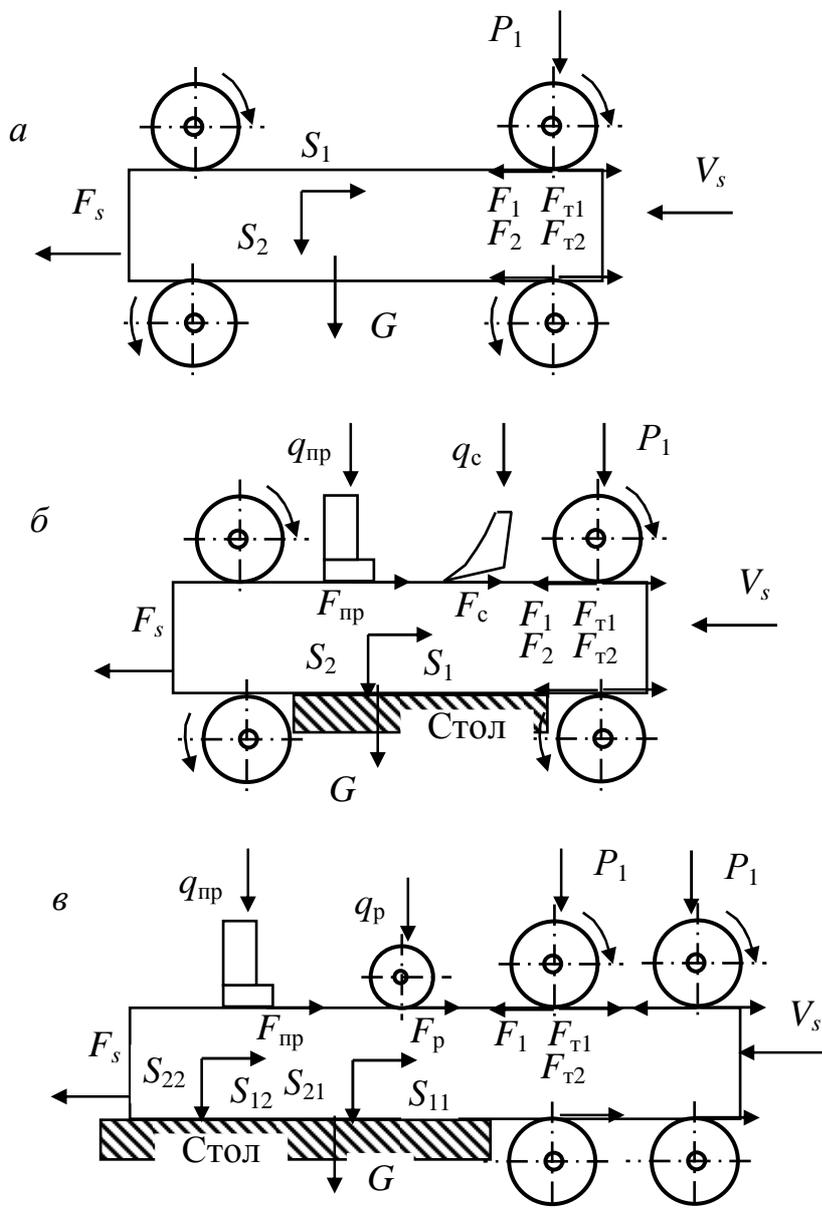


Рис. 27. Расчетные схемы механизмов подачи станков:  
 а – круглопильного; б – рейсмусового;  
 в – многошпиндельного продольно-фрезерного

### Расчет тягового усилия и мощности механизма подачи

При расчете тягового усилия задачу решают в два этапа: сначала определяют давление прижимных вальцов, а затем – тяговое усилие. Для определения давления на заготовку верхних вальцов

рассматривают работу либо только передних валцов, расположенных перед режущим инструментом, либо только задних валцов, расположенных за режущим инструментом. Передние валцы работают в начальной стадии обработки заготовки, а задние – в конце обработки заготовки. Те и другие валцы должны обеспечить надежную работу станка. Если это условие будет выполнено, то при совместной работе всех валцов механизм подачи будет функционировать надежно.

Для определения давления верхних валцов  $P_1$  по рис. 27,а рассмотрим работу валцов, расположенных только перед режущим инструментом. Найдем сумму проекций сил на направление  $V_s$  и получим следующее уравнение:

$$F_1 + F_2 = \alpha(S_1 + F_{T1} + F_{T2}), \quad (37)$$

где  $F_1, F_2$  – тяговое усилие, создаваемое соответственно верхним и нижним валцами (если они приводные), Н;

$\alpha$  – коэффициент запаса,  $\alpha = 1,3-1,5$ ;

$S_1$  – проекция составляющих силы резания на направление подачи, Н;

$F_{T1}, F_{T2}$  – силы трения качения соответственно верхних и нижних валцов по заготовке, Н.

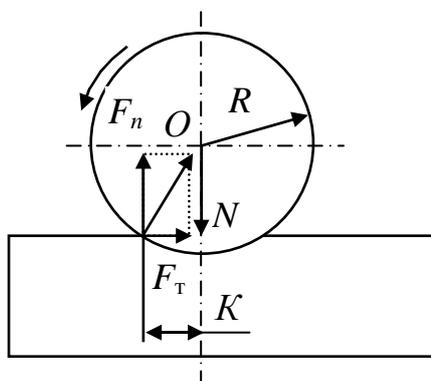


Рис. 28. Схема движения вальца по заготовке

**Расчет сил трения качения.** На рис. 28 показана схема движения вальца по деревянной заготовке. Валец катится по поверхности заготовки и под действием силы нормального давления  $N$  деформирует ее. Силу реакции заготовки раскладывают на силу трения качения  $F_T$  и силу нормальную  $F_n$ . Естественно допустить, что  $F_n = N$ . Найдем сумму

моментов сил относительно оси вращения  $O$ :

$$\sum M_o = 0; \quad F_T R - F_n K,$$

откуда

$$F_T = N \frac{K}{R}, \quad (38)$$

где  $K$  – коэффициент трения качения, имеющий размерность длины, мм.

Уравнение (37) можно записать так:

$$P_1 \mu_1 + (S_2 + \frac{G}{2} + P_1) \mu_2 = \alpha [S_1 + \frac{P_1 K_1}{R_1} + (S_2 + \frac{G}{2} + P_1) \frac{K_2}{R_2}], \quad (39)$$

где  $P_1$  – сила давления верхнего вальца, Н;

$\mu_1, \mu_2$  – коэффициенты сцепления с заготовкой соответственно верхнего и нижнего вальца (табл. 11);

$S_2$  – проекция составляющих силы резания на направление, перпендикулярное к вектору скорости подачи, Н;

$G$  – вес заготовки, Н;

$K_1, K_2$  – коэффициенты трения качения соответственно верхнего и нижнего вальцов, мм (табл. 12);

$R_1, R_2$  – радиусы контакта с заготовкой верхнего и нижнего вальца, мм.

Отсюда находится сила давления верхнего вальца

$$P_1 = \frac{\alpha S_1 + (S_2 + 0,5G) (\frac{2\alpha K_2}{d_2} - \mu_2)}{\mu_1 + \mu_2 - 2\alpha (\frac{K_1}{d_1} + \frac{K_2}{d_2})}. \quad (40)$$

Подобным образом составляются уравнения для других механизмов подачи.

**Давление стружколомателей и прижимов.** При наличии в станке стружколомателей, скользящих или роликовых прижимов их давление на заготовку находится следующим образом. Сначала находится окружная касательная сила резания

$$F_{xo} = \frac{1000P\eta}{V}, \quad (41)$$

где  $P$  – мощность двигателя механизма главного движения, кВт;

$V$  – скорость главного движения, м/с.

$\eta$  – КПД механизма главного движения.

Средняя сила резания на дуге контакта при продольном фрезеровании, Н

$$F_{xcp} = F_{xo} \frac{\pi D}{l_z}, \quad (42)$$

где  $D$  – диаметр окружности резания, мм;

$l$  – длина дуги контакта, мм;

$z$  – количество зубьев фрезы.

Длина дуги контакта

$$l = \sqrt{tD},$$

где  $t$  – глубина фрезерования, мм.

Сила давления стружколомателей на заготовку (рис. 27,б), Н [7]

$$q_c = 1,25 F_{xcp} \sqrt{\frac{t}{D}}. \quad (43)$$

Сила давления на заготовку прижимов скользящих и роликовых (рис. 27,б,в), Н

$$q_{np} = q_p = 3,1 F_{xcp}. \quad (44)$$

Сила  $S_2$  со знаком + (плюс) должна быть направлена в сторону нижнего вальца, стола, направляющей линейки.

Если станок имеет несколько механизмов главного движения, то

$$S_1 = S_{11} + S_{12} + \dots + S_{1n},$$

$$S_2 = S_{21} + S_{22} + \dots + S_{2n}.$$

**Тяговое усилие механизма подачи.** Тяговое усилие представляет собой сумму проекций всех сил сопротивления движению заготовки на направление подачи. Если давление прижимных вальцов найдено, то тяговое усилие всех вальцов может быть найдено с помощью следующего выражения, Н:

$$F_s = 2(F_1 + F_2) = 2[P_1\mu_1 + (S_2 + \frac{G}{2} + P_1)\mu_2]. \quad (45)$$

Мощность двигателя привода механизма подачи, кВт

$$P = \frac{F_s V_s}{60000\eta}, \quad (46)$$

где  $V_s$  – скорость подачи, м/мин;

$\eta$  – КПД механизма подачи.

Таблица 11

Значения коэффициентов сцепления рифленых вальцов  
с древесиной  $\mu$  [8]

Порода древесины	Влажность, %	
	12	65
Сосна	$\mu = 0,54 + 0,001d$	$\mu = 0,62 + 0,00115d$
Береза	$\mu = 0,55 + 0,001d$	$\mu = 0,64 + 0,0012d$
Дуб	$\mu = 0,48 + 0,00086d$	$\mu = 0,55 + 0,001d$
Примечания: 1. Для обрешиненных вальцов $\mu_{резин} = 1,8\mu$ ; 2. $d$ – диаметр вальца, мм		

Таблица 12

Значения коэффициентов трения качения гладких вальцов  
(роликов) по древесине  $K$ , мм [8]

Порода древесины	Влажность, %	
	12	65
Сосна	$K = 0,36 + 0,00165D$	$K = 0,45 + 0,0022D$
Береза	$K = 0,5 + 0,00135D$	$K = 0,54 + 0,0018D$
Дуб	$K = 0,168 + 0,00096D$	$K = 0,25 + 0,0014D$
Примечания: 1. Для рифленых вальцов $K_{риф} = 1,15K$ ; для обрешиненных – $K_{резин} = 1,3K$ ; 2. $d$ – диаметр вальца, мм		

### 3.3.2. Конвейерные механизмы подачи

Конвейеры могут быть гусеничные, ленточные и цепные.

**Гусеничные конвейеры** обеспечивают высокую точность прямолинейного перемещения заготовки и используются преимущественно в круглопильных станках.

Гусеничный конвейер (рис. 29) состоит из бесконечной ленты массивных звеньев 5, свободно надетой на четыре

колеса 1, смонтированных на валах 3 и 8. Звенья связаны роликотулочной цепью 6, которая находится в зацеплении с ведущей звездочкой 2. При вращении звездочки 4 гусеница приводится в движение.

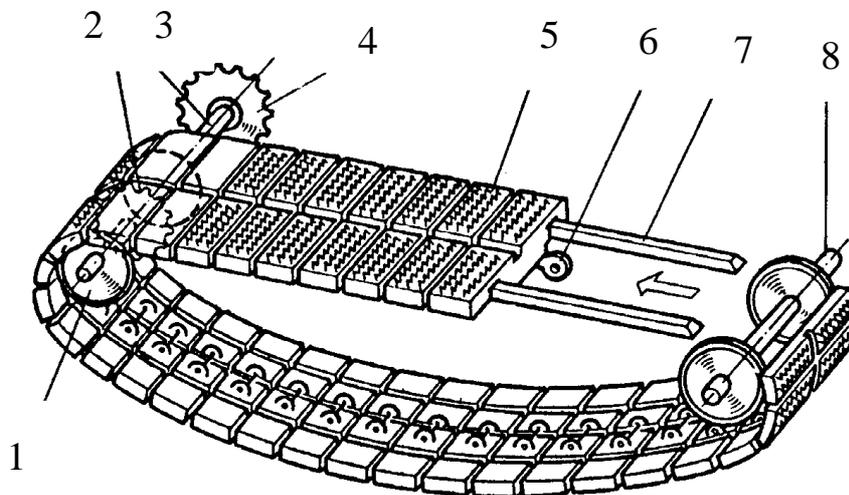


Рис. 29. Гусеничный конвейер

Звенья гусеницы имеют рифленую поверхность. Верхняя ветвь гусеницы установлена на направляющих 7, которые обеспечивают точное прямолинейное движение гусеницы.

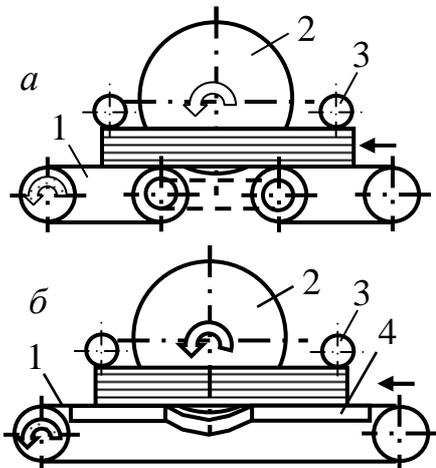


Рис. 30. Гусеничные конвейеры многопильных станков:

*а* – сдвоенный;

*б* – с ныряющей гусеницей

Такой конвейер используется в однопильных круглопильных станках, в которых пильный вал расположен над заготовкой. Для выхода пилы из пропила в звеньях гусеницы сделана канавка глубиной 5 мм.

В многопильных станках гусеничный конвейер 1 делается либо сдвоенным (рис. 30,*а*), либо с ныряющей гусеницей (рис. 30,*б*). В последнем случае в направляющих 4 под пилами 2 делается впадина, в результате чего гусеница проваливается (ныряет) во впадину, освобождая про-

странство для пил. Роликовые прижимы 3 обеспечивают надежное сцепление заготовки с гусеницей.

**Расчет тягового усилия.** На расчетной схеме (рис. 31) показано:  $P_1$  – усилие прижима ролика, Н;  $S_1, S_2$  – проекции сил

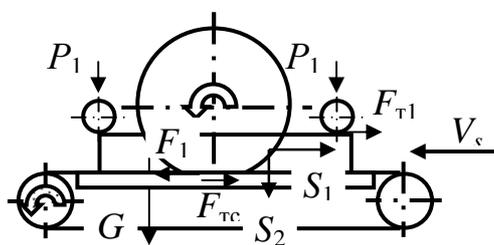


Рис. 31. Схема к расчету тягового усилия

резания, Н;  $G$  – вес заготовки и верхней ветви гусеничного конвейера, Н;  $F_{т1}$  – сила трения качения ролика по заготовке, Н;  $F_1$  – сила сцепления заготовки с гусеницей, Н;  $F_{тc}$  – сила трения гусеницы по направляющим, Н.

Для определения усилия прижима ролика  $P_1$  рассмотрим случай, когда заготовка находится на конвейере только под передним прижимным роликом.

Известно, что сумма проекций сил на направление  $V_c$  равна нулю. Можно записать

$$F_1 = \alpha(S_1 + F_{тc} + F_{т1}). \quad (47)$$

Если коэффициент запаса  $\alpha = 0$ , то система (47) будет в состоянии равновесия и движение подачи заготовки становится невозможным. В расчетах принимают  $\alpha = (1,5-1,8)$ . Раскроем элементы, входящие в уравнение (47):

$$(P_1 + S_2 + G)\mu = \alpha[S_1 + (P_1 + S_2 + G)f + P_1 \frac{K}{R}],$$

где  $\mu$  – коэффициент сцепления гусеницы с заготовкой (0,25-0,46);

$f$  – коэффициент трения скольжения гусеницы по направляющим;

$K$  – коэффициент трения качения, мм;

$R$  – радиус прижимного ролика, мм.

Решая это уравнение относительно  $P_1$ , получим:

$$P_1 = \frac{\alpha S_1 + (S_2 + G)(\alpha f - \mu)}{\mu + \alpha f - K/R}. \quad (48)$$

Тяговое усилие гусеничной цепи находится для случая, когда заготовка прижата всеми прижимными элементами станка, Н:

$$F_s = \alpha[S_1 + (2P_1 + S_2 + G)f + 2P_1 \frac{K}{R}]. \quad (49)$$

Мощность электродвигателя механизма подачи, кВт

$$P = \frac{F_s V_s}{60000\eta}, \quad (50)$$

где  $V_s$  – скорость подачи, м/мин;

$\eta$  – КПД механизма подачи.

**Ленточные конвейеры** применяют в станках, где боковое смещение заготовки не влияет на качество обработки (рис. 32).

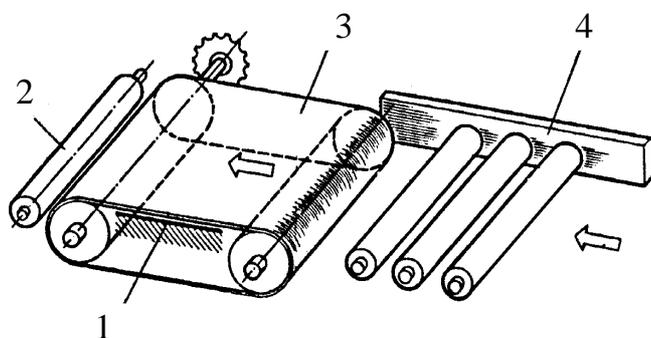


Рис. 32. Ленточный конвейер

Гибкая лента 3 наде-та на два ролика, и ее рабочая верхняя ветвь опирается на стол 1. При работе заготовка базируется сначала на ролико-вом столе и по на-правляющей линейке 4. После выхода из

станка деталь опирается на задний неприводной ролик 2.

**Цепные конвейеры** (рис. 33) применяют для поперечной обработки длинных брусковых деталей и щитов. Для этого на

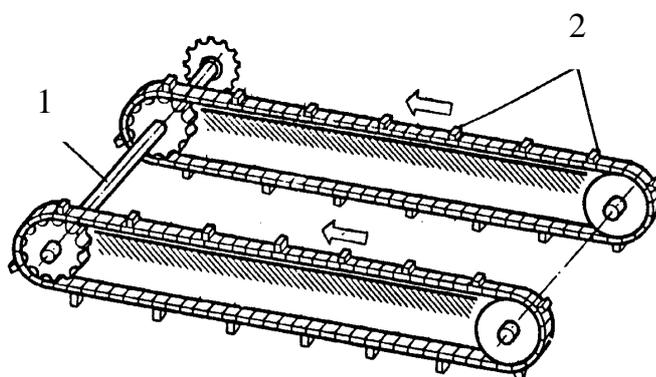


Рис. 33. Цепной конвейер

звеньях цепи за-креплены упоры 2. Привод цепей осуществляется от вала 1. Цепные конвейеры приме-няются в проход-ных торцовочных, шипорезных стан-ках и др.

### 3.3.3. Столы, каретки, суппорты

*Столы* различают неподвижные и перемещаемые в процессе обработки детали.

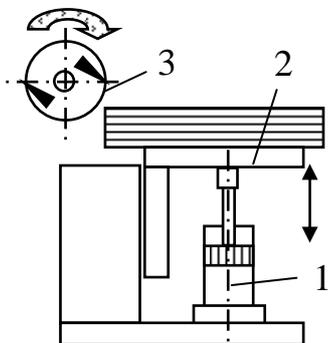


Рис. 34. Схема механизма подачи стола

На рис 34 показан подвижный стол одностороннего ящичного шипорезного станка. После закрепления заготовки на столе 2 последний надвигается в направляющих на вращающуюся фрезу 3 с помощью гидроцилиндра 1.

На рис. 35 показан стол фрезерно-карусельного станка. Стол смонтирован на вертикальном валу и приводится во вращение червячной зубчатой передачей 1 от электродвигателя 4. На кару-

сельных столах для обработки деталей обычно используют съемные шаблоны 3. Их крепят винтами, которые вставляют в Т-образные пазы 2 стола.

*Каретки* предназначены для закрепления на них обрабатываемых заготовок и продвижения их на режущий инструмент. Каретки применяют на односторонних шипорезных, фрезерных, круглопильных и других станках с цикловым возвратно-

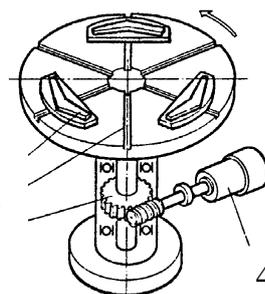


Рис. 35. Стол карусельный

поступательным движением.

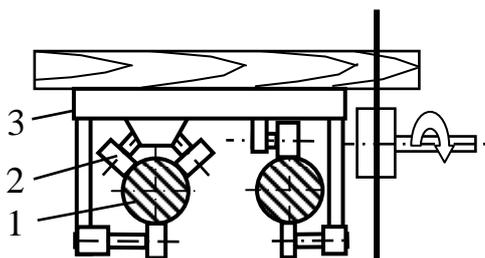


Рис. 36. Каретка

На рис. 36 приведена типовая конструкция каретки на направляющих качения. Круглые направляющие 1 в данном случае расположены в горизонтальной плоскости. Иногда они располагаются в вертикальной плоско-

сти. Стол 3 каретки опирается на направляющие цилиндрическими роликами качения 2.

Заготовка крепится на столе и надвигается кареткой на вращающийся режущий инструмент.

**Суппорт.** *Суппортом называют механизм, предназначенный для закрепления на нем, подачи или настроечного перемещения по одной или нескольким координатным осям элементов станка.* На суппорте монтируют механизмы главного движения (шпиндели, ножевые валы, токарные резцы, рамные пилы), органы механизма подачи (валцы, конвейеры, толкатели), базовые линейки, столы и прижимы. По количеству рабочих движений различают суппорты одно-, двух- и трехкоординатные. На суппорте возможны вращательные настроечные перемещения.

Привод настроечных перемещений в суппортах бывает ручной, механический или автоматический.

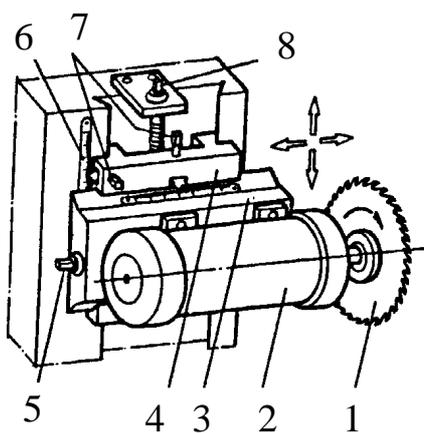


Рис. 37. Суппорт двухкоординатный

На рис. 37 показан типовой двухкоординатный суппорт, используемый на шипорезных станках. Суппорт состоит из горизонтальной 3 и вертикальной 4 плит, установленных в соответствующих направляющих и перемещаемых винтами 5 и 8. Настроечные перемещения выполняются по линейкам 6. После настройки положение плит фиксируется винтами 7. На горизонтальной плите суппорта установлен электродвигатель 2 с пилой 1.

Конструктивно суппорты выполняются по-разному. В общем случае суппорт состоит из направляющих, ползуна или каретки, элементов фиксирования и перемещений.

**Направляющие суппорта.** *Направляющими суппорта называются устройства, обеспечивающие прямолинейное (иногда криволинейное) перемещение подвижного элемента (ползуна, каретки) с заданной точностью.*

По форме рабочих поверхностей направляющие могут быть плоскими, призматическими или цилиндрическими. При этом ползун монтируется на направляющей с трением скольжения или трением качения (рис. 38 и рис. 39).

Суппорты характеризуют точностью, долговечностью и жесткостью. **Точность** перемещения зависит главным образом от точности изготовления направляющих. **Долговечность** суппорта характеризуется способностью сохранять первоначальную точность перемещения в течение заданного времени их использования. **Жесткость** суппорта определяет способность оказывать сопротивление действию деформирующих сил. Жесткость выражается отношением силы, приложенной в заданной точке, к величине деформации, измеренной в направлении действия силы. Деформации возникают, главным образом, по поверхностям контакта ползуна и направляющих.

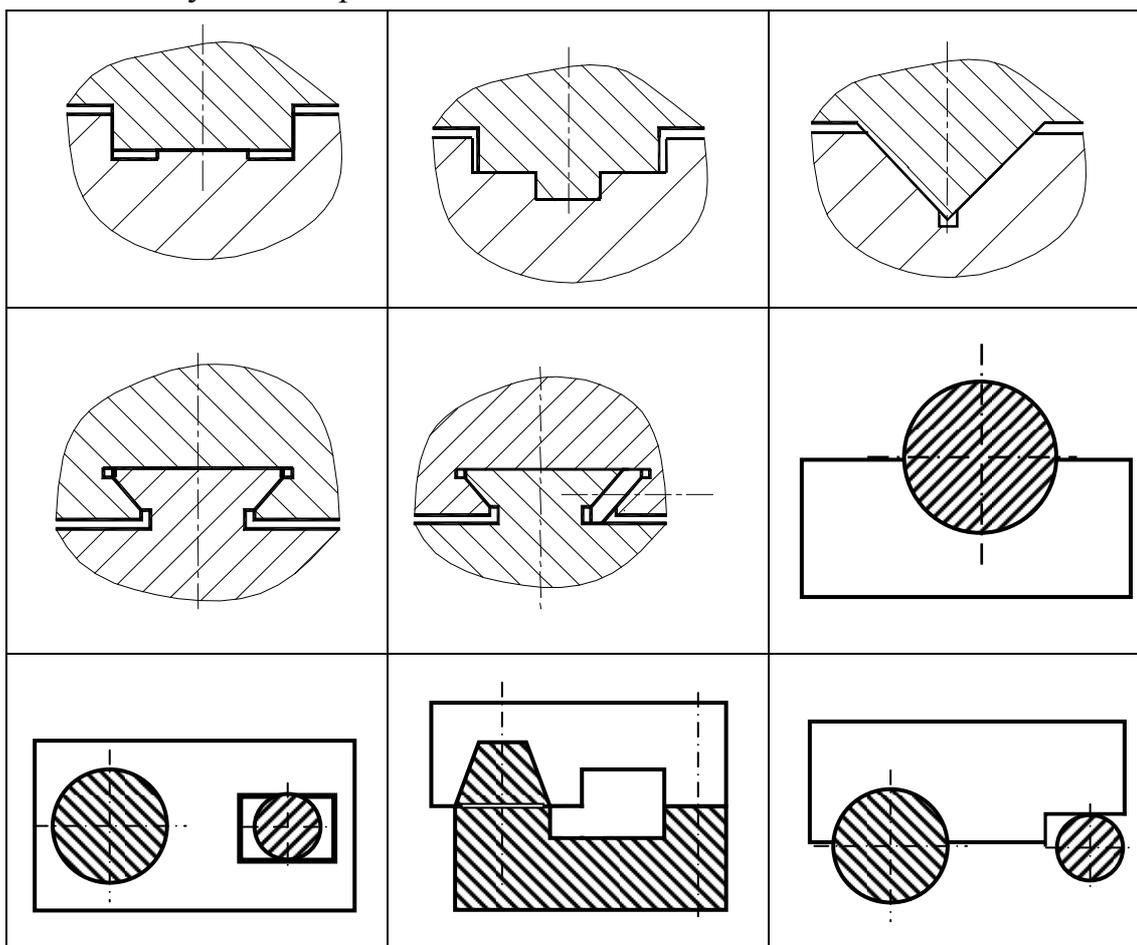


Рис. 38. Суппорты с направляющими скольжения

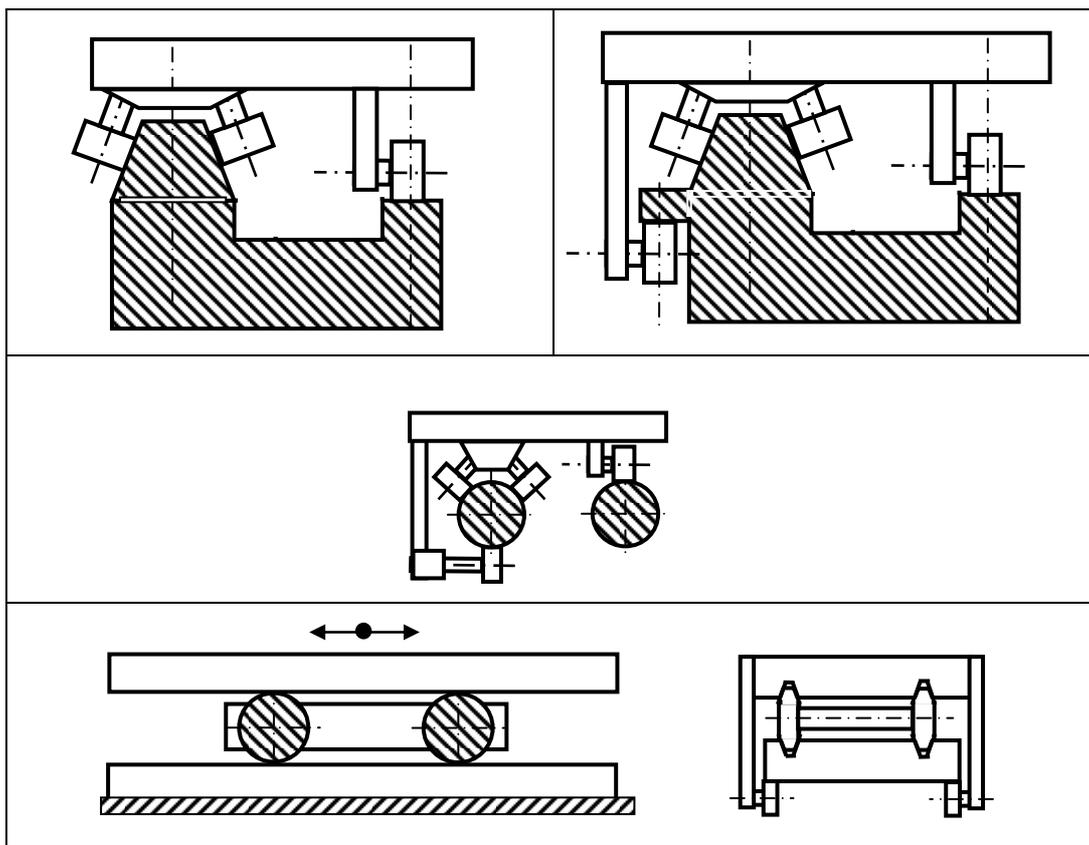


Рис. 39. Суппорты с направляющими качения

### Контрольные вопросы и задания

1. Какой механизм станка называется функциональным?  
Перечислите их.
2. Дайте характеристику основных механизмов главного движения.
3. Изобразите схему классификации механизмов подачи.
4. Перечислите основные виды механизмов подачи.
5. Какие механизмы подачи считаются самыми точными?

## 3.4. Механизмы базирования

### 3.4.1. Понятия и определения

Для получения на станке детали заданной формы и размеров заготовку необходимо сначала правильно сориентировать относительно режущего инструмента, а затем, сохраняя ее неизменное положение, выполнить движение подачи. При механической обработке на заготовку действуют силы резания, вибрации, которые препятствуют сохранению неизменной ее ориентации. В связи с этим положение сориентированной заготовки следует зафиксировать. Процесс ориентирования заготовки и ее фиксации называют базированием.

**Базирование - процесс обеспечения точной ориентации обрабатываемых объектов относительно режущих инструментов и сохранения заданной ориентации в течение обработки.**

Для ориентирования на обрабатываемом объекте различают **технологические базы**: главную, направляющую и упорную. Для доски, например, главной базирующей поверхностью будет плась, направляющей базой – боковая длинная кромка и упорной базой – торцовая поверхность.

Станки для базирования снабжаются системой базирующих устройств. К ним относятся собственно базирующие (ориентирующие) элементы, которые называют еще установочными базами станка, а также прижимные и зажимные элементы. Установочными базами на станках могут быть столы, каретки, суппорты, направляющие линейки, угольники, упоры и т.д. Кроме того, на станке могут быть действительные направляющие.

**Действительные направляющие – это те направляющие, по которым осуществляется движение подачи [9].**

При ориентировании обрабатываемая заготовка взаимодействует своими технологическими базами с установочными базами станка. Установочные базы станков по конструктивным

признакам могут быть подвижными и неподвижными. Те и другие обеспечивают базирование подвижное, неподвижное и комбинированное.

**Подвижным (скользящим) называют базирование, при котором главная технологическая база заготовки скользит по установочной базе станка.**

При подвижном базировании обрабатываемая заготовка имеет одну степень свободы, находится с установочной базой в состоянии подвижного контакта. Технологические базы заготовки главная 1 и направляющая 4 (рис. 40, а) непрерывно скользят по установочным базам стола 2 и направляющей линейки 3. Точность обработки в данном случае невелика.

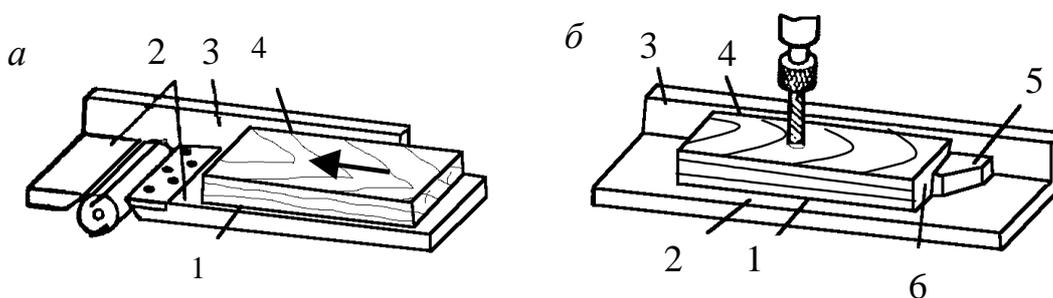


Рис. 40. Базирование детали: а – подвижное; б – неподвижное

**Неподвижным называют базирование, при котором главная технологическая база заготовки не перемещается относительно установочной базы станка.**

При неподвижном базировании заготовка в процессе обработки лишена всех степеней свободы, т.е. неподвижна относительно базовых элементов станка (рис. 40, б). Технологические базы заготовки главная 1, направляющая 4 и упорная 6 неподвижны относительно установочных баз стола 2, линейки 3 и упора 5. Фиксация заданного положения осуществляется вручную. При таком базировании точность обработки достаточно велика.

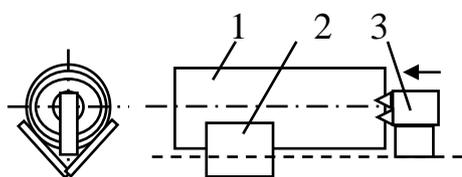


Рис. 41. Комбинированное базирование

**Комбинированным называют базирование, при котором одна часть заготовки имеет неподвижное базирование, а другая – подвижное.**

На рис. 41 показана схема комбинированного базирования бревна.

Передний конец бревна 1 опирается на установочные базовые поверхности лотка 2, а задний конец жестко зафиксирован зубчатым толкателем 3 и перемещается им с помощью цепи.

### 3.4.2. Роликовый стол

Установочная база станка часто выполняется в виде плоской поверхности стола. Для облегчения перемещения заготовки по столу его поверхность иногда формируют из роликов, образующие которых расположены в одной плоскости. На рис. 42

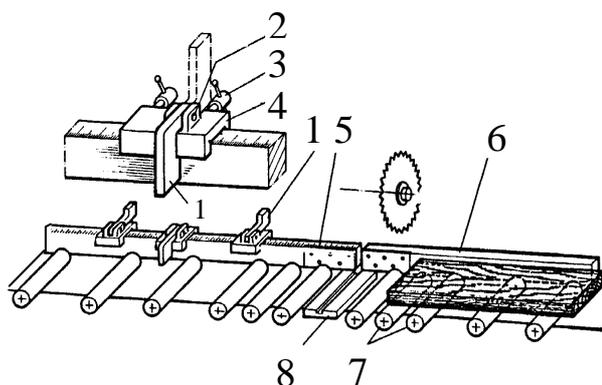


Рис. 42. Роликовый стол с направляющей линейкой и упорами

показан роликовый стол торцовочного станка. Стол состоит из роликов 7 и направляющей линейки 6 в виде прямолинейного деревянного бруска или металлического уголка. На деревянной линейке в зоне прохода пилы закреплены металлические накладки 5. Линейка снабжена делениями и

откидными упорами 1. Упор смонтирован на оси 2 и может поворачиваться на ней. Башмак 3 упора фиксируется на линейке стопорами 4. Если ролики 7 выполнить приводными, то они будут не только базировать заготовку, но и транспортировать ее.

В зоне движения режущего инструмента на роликовом столе монтируют деревянную плиту 8 с пазом, которая обеспечивает устойчивое положение отпиливаемых кусков пиломатериала.

### 3.4.3. Прижимы

Для фиксации обрабатываемых заготовок по установочным базирующим элементам в станках применяют прижимы различной конструкции. Прижимы, как правило, применяются при

подвижном базировании. Прижимы выполняются в виде колодки (рис. 43, *а*), подпружиненного башмака (рис. 43, *б*) или гибких пластин со скользящей рабочей поверхностью (рис. 43, *в*). Для уменьшения трения скольжения применяют роликовый прижим (рис. 43, *г*).

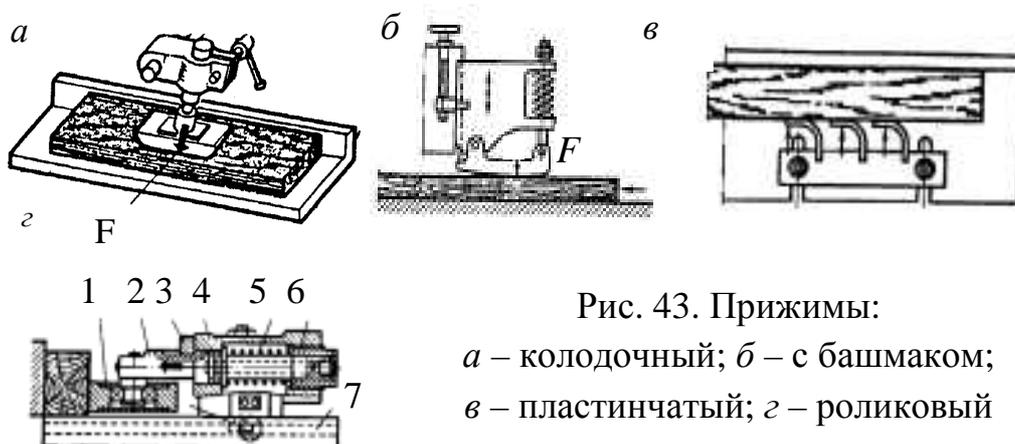


Рис. 43. Прижимы:

*а* – колодочный; *б* – с башмаком;  
*в* – пластинчатый; *г* – роликовый

Ролик 1 закрепляют на оси и устанавливают на штоке 2 с упором 3 так, чтобы он мог перемещаться в гильзе 4. Для создания надежного прижима разнотолщинных заготовок служит пружина 5, натяг которой регулируется гайкой 6. Прижимное устройство можно переставлять по направляющим стола 7 и крепить в заданном положении винтом.

На станках с поперечной подачей деталей прижимное устройство выполняют в виде нескольких параллельных ветвей, оснащенных бесконечными клиновыми ремнями (рис. 44).

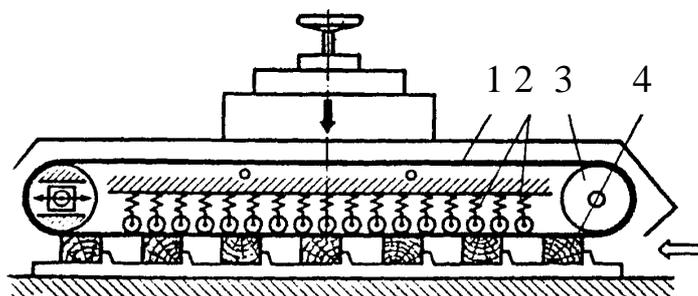


Рис. 44. Прижим клиновыми ремнями

Ремень 1, надетый на свободно вращающиеся шкивы 3, в рабочей зоне опирается на ряд подпружиненных роликов 2 и

прижимает заготовки 4. Натяжение ремня можно регулировать, смещая ось шкива относительно корпуса прижима.

В станках с неподвижным базированием используют зажимы (прижимы). Для лучшего сцепления с обрабатываемой заготовкой рабочие поверхности зажимов делают обрезиненными.

Зажимы бывают с ручным, механическим, пневматическим или гидравлическим приводом.

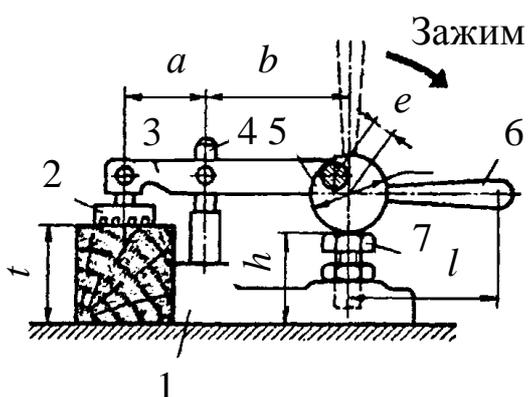


Рис. 45. Зажим рычажно-эксцентрик

На рис. 45 показан рычажно-эксцентрик, который имеет основание 1, регулирующую опору 7, стойку 4 и двуплечий рычаг 3, на одном конце которого установлена прижимная колодка 2, а на другом – круглый эксцентрик 5 в виде диска с рукояткой 6.

Расстояние между центром диска и его осью вращения называют эксцентриситетом. Величину эксцентриситета выбирают так, чтобы выполнялось основное требование – самоторможение на рабочем участке при повороте рукоятки на угол от  $0^\circ$  до  $90^\circ$ . Самоторможение характеризуется отношением диаметра эксцентрика  $D$  к величине эксцентриситета  $e$ , которое рекомендуется выбирать из условия

$$\frac{D}{e} \geq 14.$$

При усилии на рукоятке  $F_p$  и повороте ее на  $90^\circ$  максимальное усилие зажима заготовки  $F_z$  может быть рассчитано по формуле

$$F_z = F_p \frac{lb}{ae}.$$

На рис. 46 приведена конструкция гидравлического зажима. В корпусе 6 с помощью стакана 3 зажата мембрана 7, соединенная со штоком 4 и башмаком 2. Мембрана прогнута вверх пружиной 5, а башмак снабжен резиновой подошвой 1. Полость

корпуса над мембраной соединена штуцером 8 с источником сжатого масла. При работе давление подаваемого масла передается на мембрану, прогибает ее вниз, и башмак 2 зажимает заготовку.

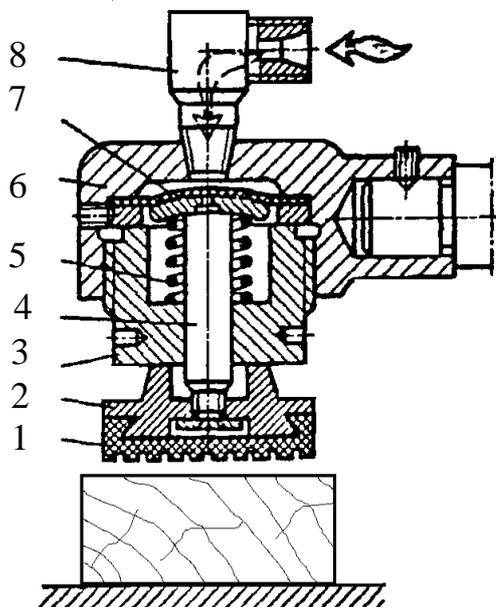


Рис. 46. Гидрозажим

При снятии давления масла пружина 5 прогибает мембрану вверх, происходит обратный ход штока.

## Контрольные вопросы и задания

1. Что понимают под ориентированием, базированием, закреплением?
2. Базирование заготовки может быть подвижным, ... (продолжите ряд).
3. Для фиксации обрабатываемых заготовок по установочным базирующим элементам в станках применяют прижимы с башмаком, ... (продолжите ряд).
4. Приведите схемы прижимов деревообрабатывающих станков.
5. Для чего применяются зажимы, и какие они бывают?

## 3.5. Приводы машин

***Приводом называется совокупность двигателя и кинематической цепи, подсоединенных к рабочему органу машины.***

В современных деревообрабатывающих станках применяются электродвигательный, гидравлический и пневматический приводы. Выбор того или иного привода зависит от многих факторов, таких как назначения механизма станка, наличия того или иного источника энергии, величины потребной мощности, КПД, потребности в регулировании скорости рабочего органа и др.

### 3.5.1. Асинхронные электродвигатели

**Общие сведения.** Асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором находят самое широкое распространение в приводах машин. Они отличаются простотой конструкции и технического обслуживания, экономичностью и надежностью. Наряду с основным исполнением двигателей серии 4А разработаны электрические модификации этой серии: двигатели с повышенным пусковым моментом (4АР), с повышенным скольжением (4АС), с фазным ротором (4АК, 4АНК), многоскоростные (в марке указывается число полюсов, например, 4А100S8) и двигатели со встроенным тормозом.

Для приводов с большими статическими и инерционными нагрузками в момент пуска используют двигатели с повышенным пусковым моментом. В этих двигателях ротор выполнен с двойной беличьей клеткой, залитой алюминием, что обеспечивает повышение пускового момента и снижение пускового тока.

Для приводов, работающих в повторно-кратковременных режимах с частыми пусками или пульсирующей нагрузкой, применяют двигатели с повышенным скольжением. Ротор этих двигателей в отличие от основного имеет пазы уменьшенных размеров, в которые залит сплав с повышенным электрическим сопротивлением.

При тяжелых условиях пуска, когда мощность питающей сети мала, для обеспечения пуска двигателей с короткозамкнутым ротором, а также при необходимости плавного регулирования частоты вращения применяются двигатели с фазной обмоткой ротора, контактными кольцами и пусковым реостатом.

Если асинхронный двигатель имеет  $p$  пар полюсов и подключен к питающей сети с частотой  $f_1$ , то синхронная частота вращающегося магнитного поля  $n_o$  может быть рассчитана по формуле

$$n_o = \frac{60 f_1}{p}. \quad (51)$$

При работе ротор двигателя преодолевает сопротивление и вращается медленнее с частотой  $n_1$ . Скольжение двигателя

$$s = \frac{n_o - n_1}{n_o}. \quad (52)$$

Из этих выражений следует:

$$n_1 = \frac{60 f_1}{p} (1 - s). \quad (53)$$

**Регулирование частоты вращения двигателя.** Из формулы (53) следует, что частоту вращения асинхронного двигателя можно регулировать путем изменения скольжения, числа пар полюсов или частоты тока питающей сети.

**Меняя величину сопротивления ротора, можно изменить величину критического скольжения. При этом изменится частота вращения двигателя.** Этот метод регулирования частоты вращения двигателя применяется в приводах деревообрабатывающих машин, работающих в повторно-кратковременном режиме, когда двигатель часто включается и выключается.

**Частоту вращения двигателя можно регулировать изменением числа пар полюсов. Это достигается переключением обмоток статора по схемам: звезда – двойная звезда; треугольник – двойная звезда.** Такой способ регулирования отличается простотой, экономичностью. При этом частота вращения двигателя изменяется только ступенчато. По этому принципу работают многоскоростные двигатели.

**Частоту вращения можно регулировать также изменением частоты тока питающей сети.** При частоте тока  $300 \text{ с}^{-1}$  частота вращения двигателя достигает  $18000 \text{ мин}^{-1}$ . Реализация такого способа требует применения асинхронного преобразователя частоты, что делает привод громоздким с низкими энергетическими показателями. Метод получит дальнейшее развитие с применением преобразователей частоты на базе транзисторной техники.

### 3.5.2. Основы динамики привода

При пуске, останове или переходе на новый режим работы элементы кинематической цепи деревообрабатывающей машины работают с переменной скоростью. Изменение скорости элементов отражается на их кинетической энергии и вызывает изменение мощности на валу двигателя. При этом на элементы привода действуют инерционные силы, которые необходимо учитывать при расчете мощности двигателя.

Движущие силы, действующие со стороны двигателя, складываются из сил полезных и вредных сопротивлений, а также сил инерции. При этом работу двигателя можно записать так:

$$A = A_c + A_u, \quad (54)$$

где  $A_c$  – работа всех сил сопротивления рабочего органа;

$A_u$  – работа сил инерции.

Известно, что кинетическая энергия вращающегося тела равна, Дж

$$T = 0,5J\omega^2, \quad (55)$$

где  $J$  – момент инерции вращающегося тела,  $\text{кг}\cdot\text{м}^2$ ;

$\omega$  – угловая скорость вращения тела,  $\text{с}^{-1}$ .

$$J = \frac{mr^2}{2}, \quad (56)$$

где  $m$  – масса тела, кг;

$r$  – радиус вращения, м.

Работа сил инерции может быть представлена как разность кинетических энергий всех звеньев кинематической цепи при изменении их угловой скорости от  $\omega_1$  до  $\omega_2$ :

$$A_u = A - A_c = \sum_{i=1}^n J_i \frac{\omega_{i2}^2 - \omega_{i1}^2}{2}. \quad (57)$$

Для звеньев с прямолинейным движением при изменении их скорости от  $V_1$  до  $V_2$  м/с

$$A_u = \sum_{j=1}^k m_j \frac{V_{j2}^2 - V_{j1}^2}{2}. \quad (58)$$

В момент пуска машины  $\omega_1$  и  $V_1$  обычно равны нулю. Тогда для кинематической цепи, имеющей звенья с вращательным и поступательным движением, изменение кинетической энергии можно записать так:

$$A_u = A - A_c = \sum_{i=1}^n J_i \frac{\omega_{i2}^2}{2} + \sum_{j=1}^k m_j \frac{V_{j2}^2}{2}. \quad (59)$$

Динамическую мощность системы с постоянным моментом инерции вращающихся тел и массой прямолинейно движущихся тел можно выразить дифференциальным уравнением

$$P_u = \frac{dA_u}{dt} = J\omega \frac{d\omega}{dt} + mV \frac{dV}{dt}. \quad (60)$$

Для вращающихся тел

$$P_u = P - P_c = J\omega \frac{d\omega}{dt}, \quad (61)$$

а для тел с прямолинейным поступательным движением

$$P_u = P - P_c = mV \frac{dV}{dt}. \quad (62)$$

Если уравнения (61) и (62) поделить соответственно на  $\omega$  и  $V$ , то получим следующие уравнения:

для динамического момента

$$M_u = M - M_c = J \frac{d\omega}{dt}, \quad (63)$$

для динамической силы

$$F_u = F - F_c = m \frac{dV}{dt}, \quad (64)$$

где  $M$  – вращающий момент, развиваемый двигателем, Н·м;

$M_c$  – статический момент сил сопротивления, Н·м;

$J$  – момент инерции вращающегося тела, кг·м<sup>2</sup>;

$F$  – движущая сила, Н;

$F_c$  – сила статического сопротивления, Н.

Вращающий момент двигателя равен

$$M = M_c + J \frac{d\omega}{dt}. \quad (65)$$

Движущая сила

$$F = F_c + m \frac{dV}{dt}. \quad (66)$$

Мощность двигателя, кВт

$$P = \frac{M\omega}{1000} = M \frac{\pi n}{30 \cdot 1000} = \frac{Mn}{9550}, \quad (67)$$

где  $n$  – частота вращения вала двигателя, мин<sup>-1</sup>.

### 3.5.3. Приведение статического момента и сил к валу двигателя

Привод любого механизма деревообрабатывающей машины состоит из двигателя и нескольких кинематических пар, соединяющих вал двигателя с валом рабочего органа. Для учета инерционной составляющей привода следовало бы составить уравнения движения для каждого элемента кинематической цепи и учесть влияние одного элемента на другой.

Решение такой задачи значительно упрощается, если реальный привод заменить простейшей приведенной системой. Статические моменты и силы в такой системе приводятся к валу двигателя.

Для определения приведенной мощности обычно пользуются выражением

$$P_{np} = \frac{P_p}{\eta}, \quad (68)$$

где  $P_p$  – мощность на валу рабочего органа, кВт;

$\eta$  – КПД кинематической цепи.

Отсюда

$$M_{np}\omega_{\partial} = M_p\omega_p / \eta. \quad (69)$$

Статический момент, приведенный к валу двигателя

$$M_{np} = M_p \frac{\omega_p}{\omega_{\partial}\eta} = M_p \frac{1}{u\eta}, \quad (70)$$

где  $M_p$  – момент на валу рабочего органа, Н·м;

$\omega_p, \omega_{\partial}$  – угловая скорость вращения соответственно рабочего органа и вала двигателя,  $\text{с}^{-1}$ ;

$u$  – передаточное число передачи.

Для прямолинейного поступательного движения приведенная сила  $F_{np}$  находится по уравнению

$$F_{np} = \frac{F_p V_p}{V_{\partial}\eta}, \quad (71)$$

где  $F_p$  – статическая сила на рабочем органе, Н;

$V_p, V_{\partial}$  – линейная скорость рабочего органа и на валу двигателя, Н.

Если рабочий орган совершает прямолинейное поступательное движение, а двигатель – вращательное, то мощности рабочего органа и двигателя можно приравнять

$$M_{np}\omega_{\partial} = \frac{F_p V_p}{\eta}, \quad (72)$$

откуда приведенный момент

$$M_{np} = \frac{F_p V_p}{\omega_{\partial}\eta}. \quad (73)$$

Момент инерции всех частей кинематической цепи, приведенный к валу двигателя, можно определить по формуле

$$J_{np} = J_{\partial} + J_1 \frac{1}{u_1^2} + \dots + J_n \frac{1}{u_n^2} + \frac{mV^2}{\omega_{\partial}^2}, \quad (74)$$

где  $J_{\partial}$  – момент инерции ротора двигателя,  $\text{кг}\cdot\text{м}^2$ ;

$\omega_{\partial}$  – угловая скорость вращения вала двигателя,  $\text{с}^{-1}$ ;

$J_1, J_n$  и  $u_1, u_n$  – моменты инерции и передаточные числа элементов, совершающих вращательное движение;

$m, V$  – масса и линейная скорость тел, совершающих прямолинейное движение.

После преобразования формулы динамического момента (63) получим

$$M_u = M - M_c = J \frac{d\omega}{dt} = J \frac{d(\pi n / 30)}{dt} = \frac{1}{9,55} J_{np} \frac{dn}{dt}. \quad (75)$$

### 3.5.4. Пуск и останов привода

**Продолжительность пуска.** Продолжительность переходного периода, при котором изменяется частота вращения вала электродвигателя, можно определить, используя формулу (40):

$$dt = \frac{J_{np}}{9,55} \cdot \frac{dn}{M - M_c}. \quad (76)$$

Если частота вращения вала двигателя изменяется от  $n_1$  до  $n_2$ , то формула продолжительности переходного периода в общем виде запишется так:

$$t = \int_{n_1}^{n_2} \frac{J_{np}}{9,55} \cdot \frac{dn}{M - M_c}.$$

При пуске двигателя под нагрузкой, когда система разгоняется от  $n_1 = 0$ , время пуска определяется по формуле

$$t_n = \frac{J_{np}}{9,55} \cdot \frac{n}{M_n - M_c}, \quad (77)$$

где  $M_n$  – вращающий момент двигателя при разгоне, Н·м;

$n$  – установившаяся частота вращения вала двигателя после разгона, мин<sup>-1</sup>.

При пуске системы вхолостую, когда  $M_c = 0$ , время пуска

$$t_{no} = \frac{J_{np}}{9,55} \cdot \frac{n_o}{M_n}, \quad (78)$$

где  $n_o$  – установившаяся частота вращения после разгона, мин<sup>-1</sup>.

Для асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором в расчетные формулы вместо  $M_n$  подставляют значение среднего пускового момента

$$M_{ncp} = 0,5 M_n(K_n + K_k), \quad (79)$$

где  $K_n$  – кратность пускового момента, равная отношению пускового момента к номинальному:  $K_n = M_n / M_n$ ;

$K_k$  – кратность максимального момента, соответствующего критическому скольжению,  $K_k = M_k / M_n$ .

Значения  $K_n$  и  $K_k$  приводятся в справочниках.

С учетом значения  $M_{ncp}$  при пуске под нагрузкой получим

$$t_n = \frac{J_{np}}{9,55} \cdot \frac{n}{M_{ncp} - M_c}. \quad (80)$$

**Продолжительность останова двигателя.** Если останов двигателя производится под нагрузкой ( $M_n = 0$ ), то время выбега до полного останова равно

$$t_6 = \frac{J_{np}}{9,55} \cdot \frac{n_1}{M_c}, \quad (81)$$

а если останов осуществляется на холостом ходе машины, то

$$t_{6o} = \frac{J_{np}}{9,55} \cdot \frac{n_1}{M_{co}}, \quad (82)$$

где  $M_{co}$  – статический момент сопротивления на холостом ходе машины, Н·м, равный  $M_{co} = 9,55 \Delta P_o / n_o$ , где  $\Delta P_o$  – мощность потерь на холостом ходе, кВт;  $n_o$  – частота вращения ротора двигателя на холостом ходе, мин<sup>-1</sup>.

В общем случае время торможения системы от  $n_1$  до  $n_2$  равно

$$t_T = \frac{J_{np}}{9,55} \cdot \frac{n_1 - n_2}{M_T - M_c}, \quad (83)$$

где  $M_T$  – тормозной момент, Н·м.

## Контрольные вопросы и задания

1. Назовите типы электродвигателей с короткозамкнутым ротором, применяемых в приводах деревообрабатывающего оборудования.

2. Какой параметр необходимо знать для определения частоты вращения вала асинхронного двигателя под нагрузкой?

**а) кратность пускового момента; б) кратность максимального момента; в) мощность; г) скольжение.**

3. Какой момент электродвигателя называют номинальным?

4. Какой механической характеристикой обладают асинхронные двигатели с повышенным скольжением?

**а) абсолютно жесткой; б) жесткой; в) мягкой; г) слабой.**

### 3.5.5. Регулируемые двигатели постоянного тока

В приводах деревообрабатывающих станков применяются электродвигатели постоянного тока серии 2П, которые позволяют плавно изменять частоту вращения выходного вала. Для их применения необходим источник постоянного тока.

На практике в регулируемых приводах используются также системы, такие как генератор – двигатель Г – Д, электромашинный усилитель – двигатель ЭМУ – Д, управляемый выпрямитель – двигатель УВ – Д. Любая система имеет устройство для получения постоянного тока и двигатель постоянного тока.

На рис. 47 показана принципиальная схема привода Г – Д. Система состоит из асинхронного двигателя  $M$ , который приводит в движение генератор постоянного тока  $G$ . Напряжение с генератора подается на двигатель постоянного тока  $M_1$ . Напряжение генератора и частота вращения двигателя  $M_1$  изменяются путем влияния на ток возбуждения генератора. Диапазон регулирования достигает 8 при однозонном регулировании и 20 при двухзонном регулировании.

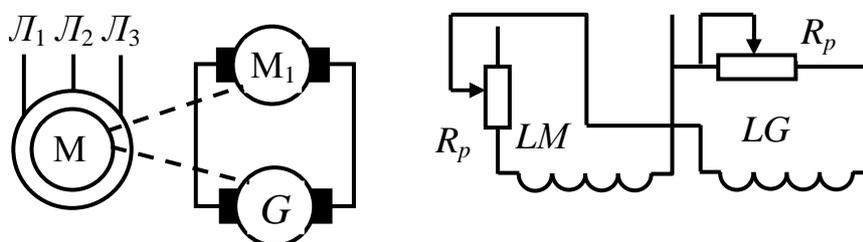


Рис. 47. Принципиальная схема привода Г - Д

Недостатки системы Г – Д: низкие значения КПД и  $\cos\varphi$ , громоздкость, большая масса, низкая надежность из-за наличия в системе дополнительных двух машин – генератора и асинхронного двигателя.

**Комплектный тиристорный электропривод постоянного тока.** Комплектный тиристорный привод состоит из тиристорного преобразователя однофазного или трехфазного переменного тока и двигателя постоянного тока.

В настоящее время промышленность выпускает различные системы тиристорных приводов, работающие на однофазном и трехфазном токе. Выпускаемые комплектные приводы ЭТУ3601, ЭТ2, ЭТ3, ЭТП, ЭТ6-С обеспечивают диапазон регулирования от 2:1 до 10000:1.

### **3.5.6. Привод механизмов главного движения**

В механизмах главного движения обычно используются нерегулируемые приводы с асинхронными электродвигателями трехфазного переменного тока единой серии 4А с частотой вращения вала 1000, 1500, 3000 мин<sup>-1</sup>. Если режущий инструмент крепится непосредственно на валу двигателя, то в этом случае применяются специальные трехфазные асинхронные электродвигатели серии 4АД с исполнением для деревообработки. Они отличаются удлиненным ротором, усиленными подшипниками, повышенной жесткостью и удлиненным концом вала. Электродвигатели серии 4АД выпускаются с частотой вращения 18000 мин<sup>-1</sup> при мощности 0,55 – 2,2 кВт, 12000 мин<sup>-1</sup> при мощности 1,5 – 3,0 кВт, 6000 мин<sup>-1</sup> при мощности 0,25 – 7,5 кВт, 3000 мин<sup>-1</sup> при мощности 0,25 – 7,5 кВт. Двигатели с частотой вращения 6000 - 18000 мин<sup>-1</sup> питаются током повышенной частоты от специального преобразователя частоты.

При тяжелых условиях пуска станков с большими инерционными нагрузками в приводах применяют электродвигатели с фазным ротором и контактными кольцами или с повышенным скольжением.

### 3.5.7. Привод механизмов подачи

Рабочие органы механизмов подач с вращательным движением имеют небольшую частоту вращения, но передают большой крутящий момент. В связи с этим приводы механизмов подач, передавая движение от электродвигателя, понижают частоту вращения и пропорционально повышают крутящий момент.

Приводы могут быть нерегулируемые и регулируемые.

**В нерегулируемом приводе** используется асинхронный электродвигатель трехфазного переменного тока единой серии 4А с каким-либо редуктором или мотор-редуктором. В приводах используются различные редукторы: цилиндрические одноступенчатые узкие типа ЦУ с передаточным числом  $u = 2-6,3$ , двухступенчатые типа Ц2У с  $u = 8-40$ , конические цилиндрические типа КЦ1 с  $u = 6,3-28$ , червячные редукторы РЧУ с  $u = 8-80$  и др.

Мотор-редукторы выпускаются одноступенчатые типа МЦ и двухступенчатые соосные типа МЦ2С. Частота вращения выходного вала мотор-редуктора первого типа выбирается в диапазоне  $224-450 \text{ мин}^{-1}$ , а для второго типа –  $28-180 \text{ мин}^{-1}$ .

**Для ступенчатого регулирования** в приводе используют многоскоростные асинхронные электродвигатели или коробки скоростей, или многоступенчатые шкивы.

**В приводах с бесступенчатым регулированием** иногда используют электродвигатели постоянного тока, которые позволяют плавно изменять частоту вращения вала в широком диапазоне.

**В настоящее время в регулируемом приводе наиболее часто используются самостоятельные агрегаты, состоящие из односкоростного или многоскоростного асинхронного электродвигателя в совокупности с вариатором и редуктором.**

Вариатор состоит из фрикционной передачи, обеспечивающей плавное изменение скорости вращения рабочих органов в диапазоне 3 – 6. Он позволяет изменять скорость вращения на ходу под нагрузкой рабочего органа и имеет высокий КПД (0,85-0,95). Конструкции вариаторов рассмотрены ниже.

**Конусный вариатор с параллельными валами.** Схема вариатора показана на рис. 48. На валу электродвигателя жестко закреплен конус 1, который находится в контакте с чашкой 2. Чашка с шестерней может свободно поворачиваться вокруг зубчатого колеса с выходным валом 3 и прижимается к конусу 1 пружиной.

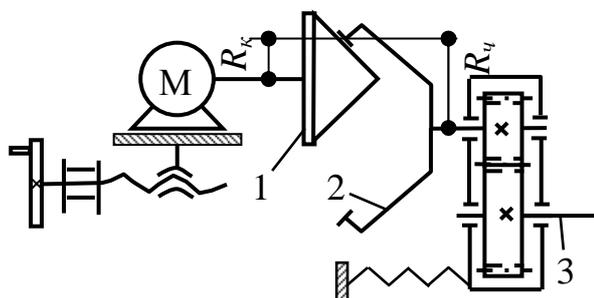


Рис. 48. Конусный вариатор с параллельными валами

При перемещении электродвигателя по направляющим радиус конуса  $R_k$  непрерывно изменяется при постоянном радиусе чашки  $R_q$ . При этом изменяется общее передаточное число вариатора, величина которого находится по следующей формуле

$$u = \frac{n_{\text{э}}}{n_{\text{к}}} = u_{\text{г}} u_{\text{зп}} = \frac{R_q}{R_k} \cdot \frac{z_{\text{к}}}{z_{\text{ш}}}, \quad (84)$$

где  $n_{\text{э}}$ ,  $n_{\text{к}}$  – соответственно частота вращения вала электродвигателя и вала 3 зубчатого колеса,  $\text{мин}^{-1}$ ;

$u_{\text{г}}$ ,  $u_{\text{зп}}$  – соответственно передаточное число фрикционных тел качения вариатора и зубчатой передачи;

$R_q$ ,  $R_k$  – соответственно радиусы контакта чашки и конуса, мм;

$z_{\text{к}}$ ,  $z_{\text{ш}}$  – соответственно число зубьев зубчатого колеса и шестерни.

Из уравнения (84) находится частота вращения зубчатого колеса с выходным валом 3

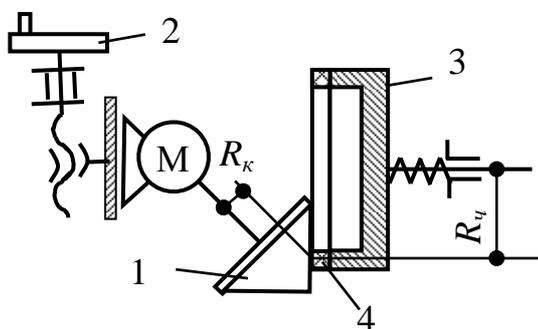


Рис. 49. Конусный вариатор типа "Вебо"

$$n_{\text{к}} = n_{\text{э}} \frac{R_k z_{\text{ш}}}{R_q z_{\text{к}}}. \quad (85)$$

Передаточное число вариаторов:  $u_{\text{min}}=1,15-1,25$ ;  
 $u_{\text{max}}=2,5-4$ .

**Конусный вариатор "Вебо".** Ведущий конус 1 (рис. 49) закреплен на валу электродвигателя. Двигатель

крепится в корпусе вариатора и с помощью пары винт-гайка и маховичка 2 может перемещаться относительно чашки 3. Чашка снабжена сменным текстолитовым кольцом 4, поджата к конусу 1 пружиной и смонтирована на выходном валу вариатора.

Передаточное число вариатора

$$u_{вар} = \frac{R_ч}{R_к}. \quad (86)$$

Передаточное число вариаторов:  $u_{min} = 0,6-0,8$ ;  $u_{max} = 1,5-2$ .

**Клиноременный вариатор.** Клиноременные вариаторы нашли широкое применение в приводах механизмов подач. По сравнению с другими вариаторами они обладают лучшими эксплуатационными характеристиками. Кроме того, они просты по конструкции и не требуют высокой точности изготовления. Схема одного из них приведена на рис. 50.

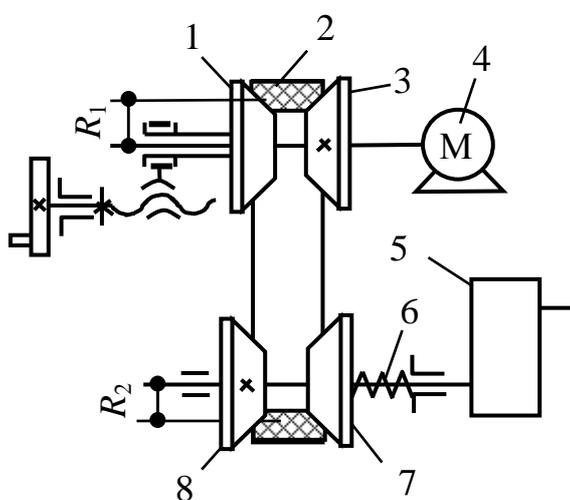


Рис. 50. Клиноременный вариатор

Схема одного из них приведена на рис. 50.

Вариатор состоит из четырех конических шкивов 1, 3 и 7, 8 насаженных соответственно на валах двигателя 4 и редуктора 5. При этом шкивы 3 и 8 закреплены на валах жестко, а шкивы 1 и 7 имеют возможность продольного перемещения на валах. Шкив 1 соединен через водило и гайку с винтом, который приводится в движение маховичком. Шкив 7 поджат пружиной 6.

Клиновой ремень вариатора соприкасается своими скошенными кромками с раздвижными шкивами. Если с помощью маховичка шкив 1 отодвинуть от шкива 3, то ремень 2 опустится вниз, а пружина 6 подвинет шкив 7 в сторону шкива 8 и создаст необходимое натяжение ремня. При этом радиусы контакта шкивов  $R_1$  с ремнем уменьшатся, а  $R_2$  увеличатся. Происходит плавное изменение частоты вращения шкивов 7 и 8.

Клиновой ремень вариатора соприкасается своими скошенными кромками с раздвижными шкивами. Если с помощью маховичка шкив 1 отодвинуть от шкива 3, то ремень 2 опустится вниз, а пружина 6 подвинет шкив 7 в сторону шкива 8 и создаст необходимое натяжение ремня. При этом радиусы контакта шкивов  $R_1$  с ремнем уменьшатся, а  $R_2$  увеличатся. Происходит плавное изменение частоты вращения шкивов 7 и 8.

Диапазон регулирования клиноременного вариатора равен

$$D = \frac{R_{1\max} R_{2\max}}{R_{1\min} R_{2\min}}. \quad (87)$$

Диапазон регулирования скорости зависит от ширины ремня. Обычно применяют специальные вариаторные ремни с гофрами по внутренней поверхности. При этом узкие ремни обеспечивают диапазон регулирования до 5, а широкие ремни с малым углом клина – до 9-12.

Промышленность выпускает вариаторы моделей ВР1 и ВР3 с диапазоном регулирования 4. Технические характеристики вариаторов приведены в табл. 13.

Таблица 13

Технические характеристики ременных вариаторов

Модель	Мощность, кВт	Частота вращения вала, мин <sup>-1</sup>		КПД	Размеры ремня, мм
		ведущего	ведомого		
ВР1	7	1500	750-3000	0,8-0,9	63×20×1600
ВР3	3	1500	750-3000	0,8-0,9	40×13×1120

### Контрольные вопросы и задания

1. Какие регулируемые системы, работающие на постоянном токе, используются в приводах станков?

2. Изобразите три кинематические схемы механизмов главного движения, работающих с вращательным движением режущего инструмента.

3. Назовите элементы механизмов подачи:

**а) нерегулируемого; б) регулируемого.**

### 3.5.8. Гидравлический привод

Гидравлический привод нашел широкое применение в деревообрабатывающем оборудовании. Больше половины современного оборудования выпускаются с применением гидросистем.

**Гидросистемой называется совокупность устройств, работающих под давлением рабочей жидкости и предназначенных для приведения в движение механизмов машин.**

В состав гидравлических систем входят следующие элементы: насосная установка (гидростанция), трубопроводы (шланги гибкие), распределительная и контрольно-регулирующая аппаратура, гидродвигатели (гидроцилиндры и гидромоторы).

**Насосная установка.** Насосная установка (гидростанция) представляет собой совокупность одного или нескольких насосных агрегатов и гидробака для минерального масла, конструктивно оформленных в одно целое. Как правило, она комплектуется гидроаппаратурой (предохранительным, обратным клапаном и др.), манометром, фильтром, системой терморегулирования. Предназначена она для подготовки потока масла к работе.

В основном используются насосные установки двух типов Г48-8 и СВ-М1. В этих установках, работающих в отапливаемых помещениях, используется минеральное масло марки "Турбинное Т-22" ГОСТ32-74 или ВНИИНП-403 ГОСТ 16728-78.

**Насосный агрегат** состоит из насоса и электродвигателя, смонтированных на крышке бака. Насос помещен в бак, а электродвигатель расположен снаружи. При работе насос преобразует энергию движения вала электродвигателя в энергию потока минерального масла.

**Насосы.** В гидроприводах деревообрабатывающих станков наиболее широко применяются пластинчатые (лопастные) насосы. Они создают давление рабочей жидкости до 12,5 МПа и имеют производительность от 3,3 до 200 л/мин при частоте вращения 1000...1500 мин<sup>-1</sup>.

**Гидробак.** В гидросистемах деревообрабатывающих станков применяются баки объемом 60; 100; 160 и 250 л.

Внутренняя поверхность бака должна быть гладкой и окрашенной маслостойкой краской. Дно должно быть наклонным, обеспечивающим слив масла, и приподнято над полом на высоту не менее 100 мм, чтобы улучшить охлаждение масла. Верхняя крышка бака крепится герметично. На ней монтируются

насосные агрегаты и гидроаппаратура. Полость бака соединяется с атмосферой только через воздушный фильтр.

Глубина погружения трубопроводов всасывающей и сливной линий в масло должна быть не менее четырех-пяти их диаметров. Концы трубопроводов должны иметь срез под углом  $45^\circ$  и располагаться над дном на расстоянии не менее двух их диаметров. Все это уменьшает перемешивание масла с воздухом и загрязнениями.

**Гидродвигатели.** По характеру движений выходного звена гидродвигатели делятся на гидроцилиндры, поворотные гидродвигатели (с ограниченным углом поворота) и гидромоторы с неограниченным вращательным движением.

**Гидроцилиндры** (рис. 51) применяют для возвратно-поступательного перемещения рабочих органов станка.

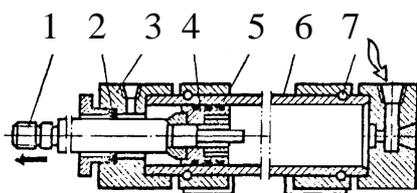


Рис. 51. Гидроцилиндр двустороннего действия

Гидроцилиндр выполнен в виде корпуса с цилиндрической гильзой 6, крышками 3 по краям и сальниковым уплотнением 2. В полости гильзы расположен поршень 4 со штоком 1, выходящим через переднюю крышку наружу. Гильза изготавливается из стальной бесшовной трубы диаметром 50...160 мм. Каналы для подачи масла расположены в крышках. Поршни делают чугунными с кожаными манжетами или металлическими кольцами 5. Для манжет используют маслостойкие резины и пластмассы (полихлорвиниловый пластикат). Крышки корпуса стягивают шпильками или болтами. На гильзе закреплены передняя и задняя опоры 7.

Гильза изготавливается из стальной бесшовной трубы диаметром 50...160 мм. Каналы для подачи масла расположены в крышках. Поршни делают чугунными с кожаными манжетами или металлическими кольцами 5. Для манжет используют маслостойкие резины и пластмассы (полихлорвиниловый пластикат). Крышки корпуса стягивают шпильками или болтами. На гильзе закреплены передняя и задняя опоры 7.

**Гидроцилиндр характеризуется заданным тяговым усилием, величиной хода и скоростью движения в обе стороны.**

**Расчет тягового усилия** производят следующим образом. Задав диаметры цилиндра и штока, находят площадь поршня (рис. 52):

в поршневой полости,  $\text{мм}^2$

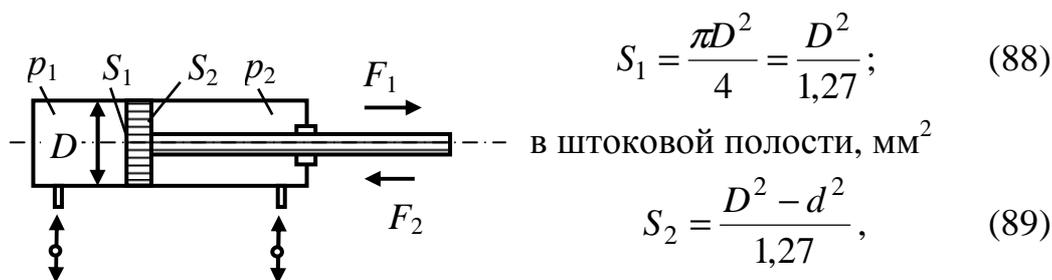


Рис. 52. Схема гидроцилиндра

$$S_1 = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{D^2}{1,27}; \quad (88)$$

$$S_2 = \frac{D^2 - d^2}{1,27}, \quad (89)$$

где  $D$  – диаметр поршня, мм;  
 $d$  – диаметр штока, мм.

При движении поршня вправо, когда поршневая полость соединена с напорной линией, а штоковая – со сливной, рабочее усилие на штоке будет равно, Н:

$$F_1 = k_{mp}(p_1 S_1 - p_2 S_2), \quad (90)$$

где  $k_{mp} = 0,9 \dots 0,98$  – коэффициент, учитывающий потери на трение в цилиндре;

$p_1$  – рабочее давление масла в поршневой полости, МПа;

$p_2$  – рабочее давление масла в штоковой полости, МПа.

При движении поршня влево, когда штоковая полость соединена с напорной линией, а поршневая – со сливной, тяговое усилие на штоке, Н:

$$F_2 = k_{mp}(p_2 S_2 - p_1 S_1). \quad (91)$$

Рабочее давление в напорной линии можно принять, например 2,5 - 6,3 МПа, а в сливной – 0,3...0,5 МПа.

Значение  $d$  принимается из соотношения  $d/D = 0,25 \dots 0,7$ . Чем выше давление масла, тем большее значение этого соотношения следует принимать.

**Гидромоторы.** В приводах деревообрабатывающего оборудования в основном применяются регулируемые аксиально-поршневые гидромоторы типа Г15-2\*Н и Г15-2\*М, развивающие крутящий момент от 9,4 до 133 Н·м. Они позволяют бесступенчато регулировать скорость вращения выходного вала от 12-30 мин<sup>-1</sup> до 2500 мин<sup>-1</sup>. В обозначении типа гидромотора вместо знака \* ставится цифра-код, характеризующая рабочий объем мотора: цифре 1 соответствует рабочий объем 11 см<sup>3</sup>, цифре 2 – 20 см<sup>3</sup>, 3 – 40 см<sup>3</sup>, 4 – 80 см<sup>3</sup>, 5 – 160 см<sup>3</sup>. Рабочий объем  $w$ , см<sup>3</sup>, характеризует сумму изменений объемов рабочих камер мотора за один оборот вала.

Расход масла, потребляемый при работе гидромотора, определяется по формуле, л/мин

$$Q = \frac{wn}{1000}, \quad (92)$$

где  $n$  – частота вращения вала мотора, мин<sup>-1</sup>.

Крутящий момент, развиваемый на валу гидромотора, Н·м

$$M = \frac{\Delta p w}{2\pi}, \quad (93)$$

где  $\Delta p$  – перепад давления в камерах гидромотора, МПа. Перепад давления назначается 4-5 МПа при давлении, развиваемым насосом, 6,3 МПа.

Мощность на валу мотора, кВт

$$P = \frac{Mn}{9550} = \frac{\Delta p Q}{60}. \quad (94)$$

### Технические характеристики гидромоторов Г15-2

	Г15-21Н	Г15-22Н	Г15-23Н	Г15-24Н	Г15-25Н
Рабочий объем, см <sup>3</sup>	11,2	20	40	80	160
Номинальный расход масла, л/мин	10,8	19,2	38,4	76,8	154
Частота вращения, мин <sup>-1</sup> :					
номинальная	960	960	960	960	960
максимальная	2400	2100	1800	1500	1300
минимальная	40	30	20	20	20
Номинальный крутящий момент, Н·м	9,4	16,7	33,3	66,7	133

*Направляющие гидроаппараты* изменяют направление потока масла путем полного открытия или полного закрытия рабочего проходного сечения. К ним относятся гидрораспределители золотникового или кранового типа, обратные клапаны, а также

некоторые гидроклапаны давления, которые могут работать в режиме направляющих гидроаппаратов.

Предназначены гидроаппараты для реверсирования движения и остановки рабочих органов станков.

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Дайте определение гидросистемы.
2. В состав гидропривода входят следующие элементы: насос, ... (продолжите ряд).
3. Напишите формулы для расчета тягового усилия на штоке при подаче масла в полость: *а) поршневую; б) штоковую.*

### **3.5.9. Пневматический привод**

Пневмопривод применяется для осуществления движения подачи, реже – главного движения, а также для выполнения вспомогательных операций зажима, прижима, переворачивания заготовок и т. д. Широкое применение пневмопривод находит в сборочных станках. В деревообрабатывающем оборудовании иногда применяют пневмогидравлическую систему, которая делает ход рабочих органов плавным.

Сжатый воздух для функционирования элементов привода получают от индивидуального компрессора или из сети. Для устранения пульсации и выравнивания давления воздух, поступающий от компрессора, накапливают в воздухозаборнике (ресивере).

Давление воздуха для систем контроля, регулирования, измерения и управления должно быть 0,02-0,16 МПа, а для силовых двигательных механизмов привода – 0,6-1,0 МПа [23].

**Пневмоцилиндры.** Пневмоцилиндр – основной двигательный механизм пневмопривода возвратно-поступательного действия. Пневмоцилиндры изготавливаются по ГОСТ 15608-81 и различаются по способу крепления, способу торможения, по конструкции конца штока, по присоединительной резьбе для подвода воздуха.

**Крепление цилиндров** производится по одному из способов, показанных на рис. 53.

**По способу торможения** пневмоцилиндры выполняются с торможением и без торможения.

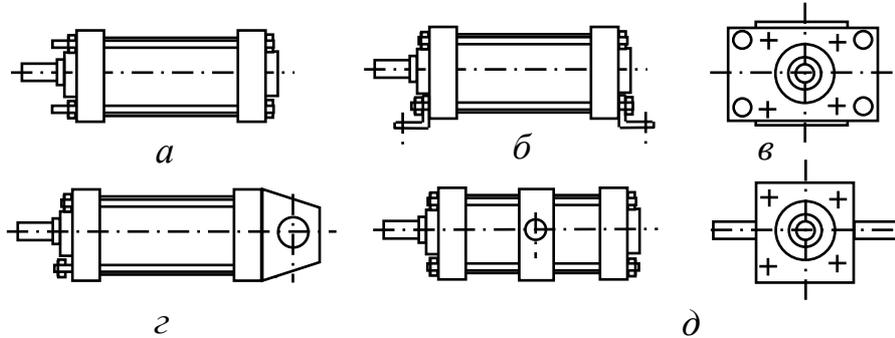


Рис. 53. Способы крепления силовых цилиндров:  
*а* – на удлиненных стяжках; *б* – на лапах; *в* – на фланцах; *г* – на проушине; *д* – на цапфах

**Конец штока** для крепления его к рабочему органу машины выполняется с наружной или внутренней резьбой.

**Присоединительная резьба** для подвода сжатого воздуха может быть метрической или конической.

**Расчет пневмоцилиндров.** В приводах деревообрабатывающего оборудования применяют силовые цилиндры одностороннего и двустороннего действия (рис. 54).

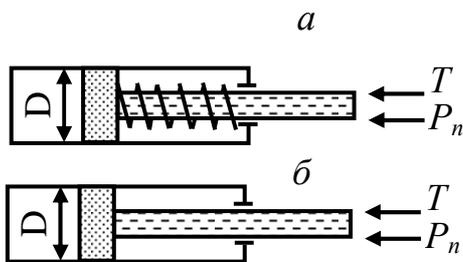


Рис. 54. Силовые пневмоцилиндры:  
*а* – одностороннего действия;  
*б* – двустороннего действия

В цилиндрах одностороннего действия возврат штока в исходное положение осуществляется пружиной. В состоянии равновесия поршня со штоком усилие  $F$ , Н, на штоке можно определить из следующих выражений:

для цилиндра одностороннего действия

$$F = p \frac{\pi D^2}{4} = p_a \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} + P_n + T + P_n, \quad (95)$$

для цилиндра двустороннего действия

$$F = p \frac{\pi D^2}{4} = p_a \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} + T + P_n, \quad (96)$$

где  $p$  – давление в поршневой полости цилиндра, МПа;

$D$  – диаметр поршня, мм;

$d$  – диаметр штока, мм;

$p_a$  – давление в штоковой полости цилиндра, близкое к атмосферному, МПа;

$P_n, P_n$  – соответственно усилие сжатия пружины и сила сопротивления рабочего органа, Н;

$T$  – сила трения в уплотнениях, Н.

Диаметр пневмоцилиндра определяют, используя коэффициент  $K$ , учитывающий потери на трение в манжетах, сальниках и другие сопротивления. В этом случае усилие на штоке

$$FK = \frac{\pi D^2}{4} p.$$

Отсюда диаметр пневмоцилиндра

$$D = \sqrt{\frac{4FK}{\pi p}}. \quad (97)$$

При  $K = 1,5$  и среднем давлении в воздушной сети  $p = 0,4$  МПа  $D = 2,18\sqrt{F}$ .

**Силы трения в цилиндре.** Силы трения в манжетных уплотнениях определяют по формуле

$$T = 3,14 f_T p D h_M, \quad (98)$$

где  $f_T$  – коэффициент трения (для кожи  $f_T = 0,06-0,1$ ; для резины  $f_T = 0,1-0,15$ );

$h_M$  – высота трущейся части манжеты, мм.

Сила трения в кольцевых уплотнениях

$$T_1 = 3,14 f_T b D (z p_k + p), \quad (99)$$

где  $f_T$  – коэффициент трения (для бронзовых или чугунных колец, хорошей смазки и высокой скорости  $f_T = 0,07 - 0,1$ ; при малой скорости  $f_T = 0,1 - 0,15$ ; при плохой смазке  $f_T = 0,2 - 0,35$ );

$b$  – ширина кольца, мм;

$z$  – количество колец;

$p_k$  – удельное давление кольца на стенку цилиндра, МПа.

**Диафрагменные пневматические механизмы.** Диафрагменные пневматические механизмы с возвратно-поступательным движением штока применяются в зажимных, фиксирующих, тормозных и прессующих устройствах различных станков. Выполняются они с односторонним или двусторонним действием и имеют небольшой ход штока.

Диафрагменный механизм (рис. 55) включает герметичную разъемную камеру 1, разделенную эластичной диафрагмой 2 на две полости. Силовой шток 4 соединен с диафрагмой дисками 3 и снабжен пружиной 5 обратного хода.

Диафрагмы могут быть плоскими и тарельчатыми. Они изготавливаются из многослойной прорезиненной ткани. Усилие на штоке  $F_{шт}$ , Н:

$$F_{шт} = \frac{\pi p}{12} (D^2 + Dd + d^2) - S - T, \quad (100)$$

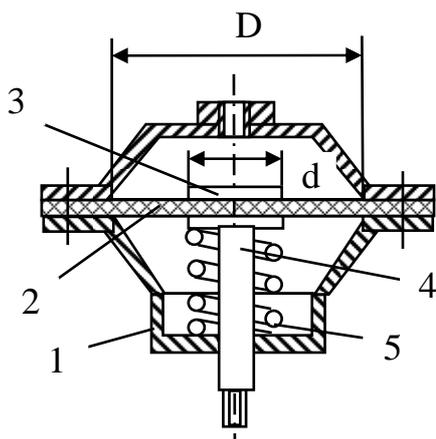


Рис. 55. Диафрагменный исполнительный механизм

где  $p$  – давление сжатого воздуха в камере, МПа;

$D$  – свободный наибольший диаметр диафрагмы, мм;

$d$  – диаметр диска штока, мм;

$P_{п}$  – усилие возвратной пружины, Н;

$T$  – сила трения в уплотнении штока, Н.

Рекомендуемая наибольшая длина хода штока, мм:

– для тарельчатой диафрагмы  $h = (0,25 - 0,35)D$ ;

– для плоской диафрагмы из прорезиненной ткани: вперед от среднего положения  $h_1 = (0,06 - 0,07)D$ ; назад от среднего положения  $h_2 = (0,12 - 0,15)D$ ; полный рабочий ход  $h = (0,18 - 0,22)D$ .

**Пневматические камерные механизмы.** Пневматический камерный механизм (рис. 56) применяется в прессах, ваймах. Он включает раму 1, стол 7, подвижную балку 2, установленную в направляющих рамы и поджатую пружинами 4,

эластичную камеру 3, подсоединенную к трубопроводу 5 для сжатого воздуха.

Склеиваемый пакет 6 кладут на стол 7 и в камеру 3 подают сжатый воздух. Камера расширяется и перемещает балку 2 к столу. Происходит сжатие пакета. После снятия давления балка 2 под действием сжатых пружин возвращается в исходное положение, вытесняя воздух из камеры.

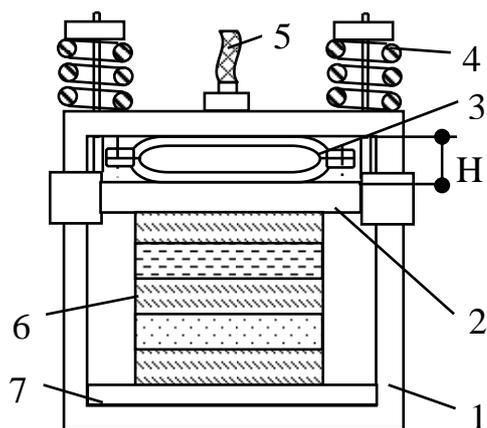


Рис. 56. Камерный механизм

Упругие камеры изготавливают из пожарных прорезиненных рукавов по ГОСТ7877-78. Внутренний диаметр пожарных рукавов равен 51; 66; 77; 89; 150 мм, а толщина стенок около 3 мм. Иногда для камер используют рукава резинотканевые по ГОСТ 8318-57.

При изготовлении камеры концы рукава герметизируют с помощью стальных накладных

планок и болтов. Штуцер для подачи воздуха устанавливают либо сбоку камеры, либо с торца, зажимая его между планками.

Усилие, развиваемое упругой пневмокамерой  $F_{п}$ , Н:

$$F_{п} = p\pi l(D + 2\delta - H) / 2, \quad (101)$$

где  $p$  – давление сжатого воздуха в камере, МПа;  $p = 0,4 - 0,6$  МПа;

$l$  – активная длина пневмокамеры, мм;

$\delta$  – толщина стенок рукава, мм;

$H$  – расстояние между рамой и балкой, мм.

По мере увеличения расстояния  $H$  усилие прессования убывает и при  $H = D + 2\delta$  сила  $F_{п} = 0$ . Рабочий ход пневмокамеры  $h < D$ .

Активная длина пневмокамеры  $l = l_1 - 0,7D$ , где  $l_1$  – длина рукава между внутренними гранями накладных планок.

**Аппараты для подготовки воздуха.** Сжатый воздух, поступающий в пневматические устройства, должен быть очищен от загрязнений (твердых частиц, отработанного масла, воды, ки-

слот и т.д.), а отработанный воздух при выходе его из устройств должен создавать уровень шума и вибрации на рабочих местах, допустимый по санитарным нормам. Кроме того, сжатый воздух должен иметь заданное давление, необходимое и достаточное для нормального функционирования пневматических устройств, а также необходимое количество масла для смазки трущихся частей. Для этого пневмоприводы оборудуют следующими аппаратами.

**Влагоотделители.** Влагоотделители типа В41 и БВ41 предназначены для очистки сжатого воздуха от влаги и механических примесей. Влагоотделитель состоит из отражателя, металлического фильтра, резервуара для влаги и устройства для спуска влаги.

Сжатый воздух, попадая во влагоотделитель и проходя через щели отражателя, движется по винтовой линии. Под действием центробежных сил механические примеси и частицы воды отбрасываются на стенку резервуара и накапливаются в нем. Осушенный сжатый воздух проходит через металлокерамический фильтр и выходит из влагоотделителя.

Накопленная влага по мере наполнения влагоотделителя удаляется из него сжатым воздухом.

**Пневмоклапаны редуционные.** Пневмоклапаны редуционные типа В57, БВ57, П-КР, П-ПКП и клапаны по ГОСТ18468-73 предназначены для изменения давления сжатого воздуха и автоматического поддержания его на заданном уровне. Заданное давление устанавливается вручную при помощи винта, который через пружину поджимает мембрану, уравновешиваемую с обратной стороны сжатым воздухом.

**Пневмораспределители.** Пневмораспределители с ручным или путевым управлением предназначены для изменения направления потока сжатого воздуха. Промышленность выпускает разнообразные конструкции пневмораспределителей.

**Пневмораспределитель с роликом** типа В76-21 представляет собой трехлинейный двухпозиционный распределитель и состоит из ролика с рычагом, подпружиненного толкателя и нормально закрытого пневматического контакта. Предназначен он для путевого одностороннего управления.

Пневмораспределитель типа ГВ76-21 имеет кнопку ручного управления и пружину возврата в исходное положение.

Пневмораспределители В74-1 и БВ74-1 – двухпозиционные четырехлинейные с путевым односторонним управлением и пружинным возвратом в исходное положение. Распределитель состоит из корпуса, плунжера с плоским золотником и пружины.

Пневмораспределители типа В74-2 и БВ74-2 – двухпозиционные четырехлинейные с путевым односторонним управлением и пневматическим возвратом в исходное положение. По конструкции и принципу действия они аналогичны распределителям В74-1 и БВ74-1 и отличаются от них только пневматическим возвратом золотника в исходное положение.

**Маслораспылители.** Маслораспылители предназначены для внесения в сжатый воздух распыленного масла для смазки трущихся поверхностей пневматических устройств.

Маслораспылитель типа В44 (В44-13, В44-14, В44-23 и др.) состоит из резервуара для масла, подающей трубки с обратным клапаном, пневмодросселя и распылителя. При прохождении сжатого воздуха через маслораспылитель часть воздуха поступает через регулируемый дроссель в камеру перед распылителем. Затем воздух попадает в зону разрежения распылителя, в которой происходит предварительное распыление. Более тяжелые частицы масла оседают на поверхности резервуара, а легкие попадают в основной поток, где происходит их вторичное распыление. На выходе из маслораспылителя воздух содержит мельчайшие частицы масла.

**Глушители шума.** Глушители пневматические типа П-Г11 предназначены для снижения уровня аэродинамического шума, возникающего при выхлопе сжатого воздуха из пневмоприводов в атмосферу. Для этого глушитель снабжен пористой втулкой, через которую сжатый воздух пропускается.

**Выполнение пневматической схемы.** Пневматические механизмы работают обычно от централизованной установки сжатого воздуха (компрессора), который на схеме не изображается. Отработанный воздух выбрасывается в атмосферу.

На рис. 57 приведена схема пневмопривода подачи каретки шипорезного станка.

Сжатый воздух проходит через влагоотделитель ВД, редукционный клапан КР, маслораспылитель МР и его давление контролируется манометром МН.

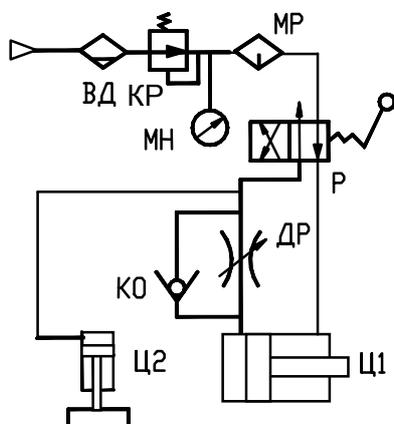


Рис. 57. Пневматическая схема управления цилиндрами

контролируется манометром МН.

Пневмосистема станка работает следующим образом. При повороте рукоятки распределителя в другое положение сжатый воздух поступит в левую часть распределителя Р. При этом бесштоковые полости пневмоцилиндров Ц1 и Ц2 заполнятся сжатым воздухом. Из штоковых полостей цилиндров воздух выходит в атмосферу.

Цилиндр Ц2 срабатывает быстро и зажимает заготовку, подлежащую обработке на станке. Шток цилиндра Ц1 перемещается медленно, так как воздух, поступающий в него, проходит через дроссель. Цилиндр Ц1 осуществляет движение подачи каретки, надвигая заготовку на режущие инструменты.

По достижении установленной величины хода штока переставной упор переводит распределитель Р в исходное положение. Бесштоковые полости обоих цилиндров соединяются с атмосферой. Прижим освобождает заготовку. Сжатый воздух из бесштоковой полости цилиндра Ц1 вытесняется через обратный клапан КО, в результате чего каретка возвращается в исходное положение с большей скоростью.

### 3.6. Загрузочно-разгрузочные устройства

Многие деревообрабатывающие машины оснащаются устройствами для загрузки заготовок и для разгрузки обработанных деталей. Загрузочные устройства называют питателями, разгрузочные – укладчиками.

Известно большое количество загрузочно-разгрузочных устройств. По назначению они могут быть для брусковых или щитовых деталей, по способу размещения заготовок в емкостях они делятся на магазинные, бункерные и штабельные, по степени встраивания в рабочую машину – на встроенные, автономные и навесные.

**Магазинные загрузочные устройства** предназначены для питания станков брусковыми заготовками.

**Питатель ленточный** (рис. 58,а) предназначен для загрузки коротких заготовок в станок в продольном или поперечном направлении. Для этого над загрузочным ленточным транспортером установлен магазин, образованный передней и задней стенками, образующими карман. В магазин укладываются стопкой заготовки высотой 0,5 - 0,6 м. Нижняя из них опирается на ленту транспортера.

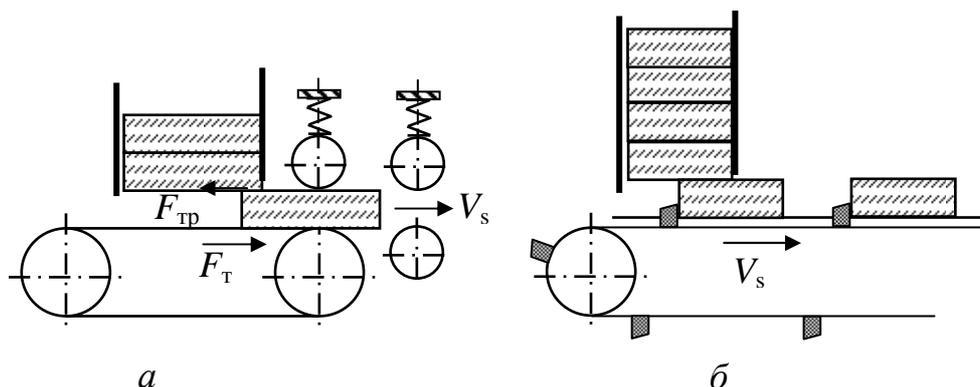


Рис. 58. Магазинные питатели:  
а – ленточный; б – цепной с упорами

При движении ленты транспортера между лентой и заготовкой образуется сила трения, которую назовем тяговым усилием  $F_T$ . Между нижней заготовкой и заготовкой, расположенной на ней, возникает сила трения скольжения  $F_{тр}$ . Для того, чтобы вытащить нижнюю заготовку из магазина, необходимо, чтобы тяговое усилие было больше силы трения:

$$F_T = \alpha F_{тр},$$

$$G\varphi = \alpha[G_1(n-1)f], \quad (102)$$

где  $\alpha$  – коэффициент запаса (1,3-1,5);

$G$  – сила тяжести пакета (стопки) заготовок, Н;

$G_1$  – сила тяжести одной заготовки, Н;

$\varphi$  – коэффициент сцепления;

$f$  – коэффициент трения покоя древесины по древесине.

**Питатель цепной с упорами** (рис. 58, б) предназначен для поперечной подачи заготовок в станках круглопильных, двухсторонних шипорезных и др. Нижняя заготовка опирается на плоскую направляющую, ниже которой проходит цепь с упорами. Упоры захватывают нижнюю заготовку и вытягивают ее из магазина.

Шаг между упорами, мм:

$$t \geq Vt_0,$$

где  $V$  – скорость цепного конвейера, м/с;

$t_0$  – время падения очередной заготовки на направляющие, с,

$$t_0 = \sqrt{2h/g},$$

где  $h$  – толщина заготовки, м;

$g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>.

**Загрузочно-разгрузочное устройство для щитовых деталей** (рис. 59) применяется в автоматических линиях и может быть использовано как для загрузки линий, так и для укладки деталей, снимаемых с линий.

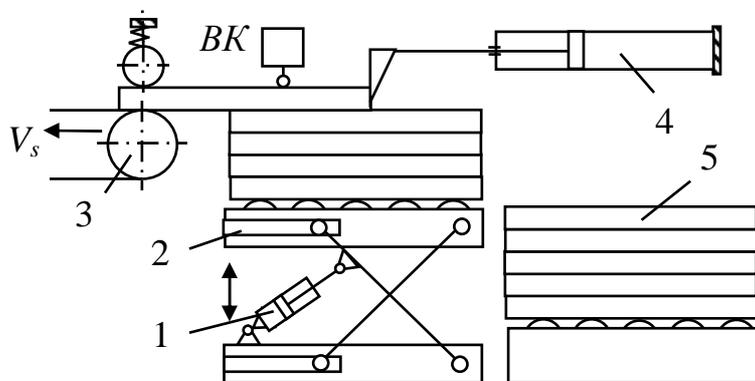


Рис. 59. Загрузочно-разгрузочное устройство для щитовых деталей

Устройство состоит из рычажного подъемника с роликовым столом 2, который может подниматься гидроцилиндром 1. Над столом установлен толкатель 4 и конечный выключатель  $BK$ .

В исходном положении стол подъемника опущен. Стопа деталей 5 по опорным роликам загружается на стол. Включается

гидроцилиндр 1 и стол подъемника поднимается до тех пор, пока верхняя деталь не нажмет рычаг конечного выключателя *ВК*. Включается толкатель 4, и верхняя деталь подается на конвейер 3. Конечный выключатель освобождается, стол подъемника снова поднимается, и верхняя деталь нажимает рычаг конечного выключателя.

При укладке деталей в пакет устройство работает в обратной последовательности. При этом конечный выключатель *ВК* настраивается так, что стол подъемника опускается каждый раз на толщину детали.

### **3.7. Защитные, предохранительные и блокирующие устройства**

#### **3.7.1. Защитные устройства**

Каждый деревообрабатывающий станок снабжается защитными устройствами, которые выполняют следующие функции [10]:

- исключают соприкосновение человека с движущимися элементами и режущим инструментом;
- предотвращают вылет режущего инструмента или его элементов;
- предупреждают выбрасывание режущим инструментом заготовки и отходов;
- исключают возможность выхода за установленные пределы подвижных частей станка (кареток, салазок, столов, суппортов и др.).

Наиболее опасными элементами в работающем станке являются режущий инструмент, вращающиеся детали, ременные и цепные передачи и подвижные механизмы. Эти элементы закрываются ограждениями.

**Ограждением называется устройство, защищающее человека от вредного воздействия окружающей среды, исключаящее попадание или доступ частей его тела в опасную зону станка.**

### 3.7.2. Ограждение режущего инструмента

Рабочая зона режущего инструмента должна быть максимально закрыта ограждением. При этом ограждение должно открываться при надвигании заготовки на режущий инструмент (рис. 60, а). Такое ограждение состоит из сварного металлического корпуса 1, шарнирно закрепленных на нем двух шторок 2 и приемника стружки 4, который подключается к аспирационной системе цеха. На одной из шторок закреплен палец 3, а на другой – выполнен паз, в который палец вставлен.

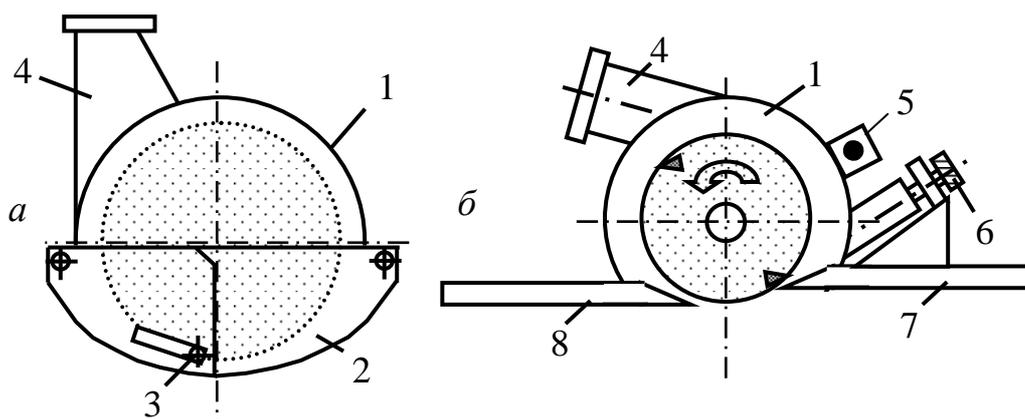


Рис. 60. Ограждения режущих инструментов:  
а – пилы; б – фрезы

При надвигании на режущий инструмент заготовка поднимает одну из шторок, при этом другая шторка, взаимодействуя с пальцем 3, поднимается синхронно.

В паспорте станка приводится характеристика приемника стружки 4 с указанием количества отбираемого воздуха, скорости воздушного потока в выходном патрубке, значения коэффициента аэродинамического сопротивления приемника и способа подсоединения приемника к аспирационной системе.

Содержание пыли и других вредных веществ в воздухе рабочей зоны, выделяемых при работе станка, не должно превышать предельно допустимых концентраций.

Защитные ограждения, которые приходится периодически регулировать (рис. 60, б), должны иметь такую конструкцию, чтобы их можно было открывать и регулировать без применения специального слесарно-монтажного инструмента (гаечного ключа, отвертки и т.д.). Ограждение состоит из чугунного корпуса 1 с приемником стружки 4, передней 7 и задней 8 направляющих линеек, винтового механизма 6 регулирования положения передней направляющей линейки, крышки (не показана), фиксируемой винтами к корпусу и конечного выключателя 5, который блокирует включение электродвигателя привода фрезы.

Ограждение устанавливают так, чтобы плоскость задней направляющей линейки была касательна к окружности вращения режущих кромок фрезы. В таком положении ограждение фиксируется на столе станка винтами. Плоскость передней направляющей линейки смещается относительно задней линейки на глубину фрезерования. Это достигается с помощью винтового механизма 6.

После установки фрезы и настройки станка ограждение должно быть закрыто сверху крышкой. Крышка, прижатая к корпусу винтами, нажимает кнопку конечного выключателя 5, который замыкает электрическую цепь и подготавливает ее к запуску электродвигателя. Если крышка ограждения не установлена на место, то электрическая цепь привода электродвигателя остается разомкнутой, и запуск электродвигателя становится невозможным.

### **3.7.3. Расклинивающий нож**

Расклинивающий нож устанавливается в обязательном порядке на однопильном круглопильном станке с нижним расположением пильного вала. Расклинивающий нож предотвращает зажим пилы и выброс заготовки или рейки пилой в обратном

направлении из станка. Для этого нож устанавливается за круглой пилой в одной плоскости с нею на расстоянии 10 мм от вершин зубьев (рис. 61).

Толщина расклинивающего ножа должна превышать ширину пропила на 0,5 мм для пил диаметром до 600 мм и на 1-2 мм для пил диаметром более 600 мм. Высота ножа должна быть не менее высоты пропила. Ширина скоса заостренной части ножа равна 5 мм.

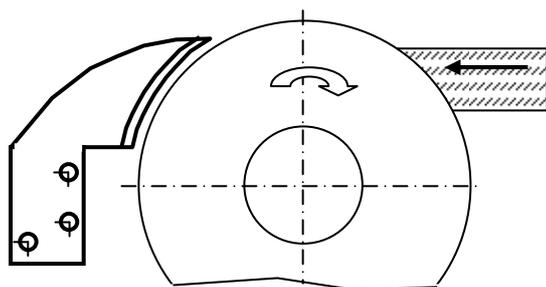


Рис. 61. Расклинивающий нож

На многопильных станках позади пил в одной плоскости с ними устанавливаются расклинивающие и направляющие ножи. Расклинивающие ножи устанавливаются позади крайних пил постава, а направляющие — позади пил, расположенных между крайними. Толщина направляющих ножей равна ширине пропила или меньше ее на 0,5 мм.

На многопильных станках позади пил в одной плоскости с ними устанавливаются расклинивающие и направляющие ножи. Расклинивающие ножи устанавливаются позади крайних пил постава, а направляющие — позади пил, расположенных между крайними.

### 3.7.4. Завесы

На станках для продольного пиления или фрезерования с механической подачей перед режущим инструментом устанавливаются два ряда завес из подвижных предохранительных упоров (зубчатых секторов или когтей). Они предназначены для предотвращения обратного выброса заготовок из станков (рис. 62).

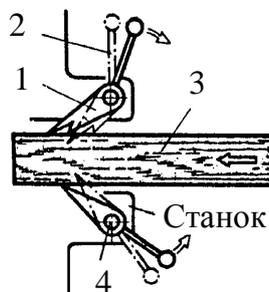


Рис. 62. Завесы

Завеса представляет собой пакет свободно надетых на ось 4 зубчатых секторов или когтей 1 с зазором между ними не более 1 мм. Когти остро затачивают и устанавливают по отношению к заготовке под углом заклинивания 55-60°. Когти размещают над и под заготовкой 3. Когти свободно пропускают заготовку вперед и препятствуют ее движению назад.

При обратном движении заготовки когти внедряются в древесину и обеспечивают надежное торможение. При необходимости когтевую завесу можно отвести в нерабочее положение рукояткой 2. Работать на станке с неисправной когтевой завесой запрещается.

### **3.8. Органы управления**

К органам управления относятся выключатели, кнопки электрические, переключатели, панели индикации и сигнальные лампочки, рукоятки и маховики механических систем настройки станка и т.п.

В простейших станках органы управления обычно размещают на станине станка в удобном для рабочего месте. На пульте всегда имеются кнопка «Пуск» черного цвета и большого размера красная кнопка «Стоп». Часто кнопочные станции многошпиндельных станков и автоматических линий делают на кронштейне или размещают в отдельно стоящем шкафу с панелью управления.

Для облегчения распознавания органов управления применяют мнемонические схемы и условные обозначения выполняемых технологических операций. Так, на панели пульта управления двустороннего шипорезного станка размещены сигнальная лампа, кнопки «Пуск» для режущих инструментов и механизма подачи, общая кнопка «Стоп» и шесть переключателей для включения в работу соответствующих режущих инструментов. Рядом с переключателями показаны мнемонические схемы выполняемых технологических операций.

### **3.9. Устройства для смазывания**

Для надежной работы станка необходимо смазывать подшипники, приводные зубчатые и винтовые передачи, трущиеся поверхности суппортов и других подвижных элементов. Смазывание осуществляют периодически или непрерывно,

пластичными или жидкими маслами. Смазывание пластичным маслом выполняют с помощью простейших индивидуальных устройств: колпачковой масленки или пресс-масленки.

Колпачковая масленка имеет корпус с полостью для масла, штуцер и колпачок. Штуцер резьбовым концом ввернут в отверстие, которое соединяется с трущейся поверхностью детали. Внутреннюю полость колпачка наполняют пластичной смазкой и устанавливают на корпус. Для периодической смазки колпачок на корпусе поворачивают на 1 - 2 оборота, и смазка под давлением проникает на трущиеся поверхности.

Пресс-масленка имеет штуцер, внутри которого находится пружина и запорный шарик. Штуцер установлен в доступном для обслуживания месте. В отверстие штуцера шприцем под давлением подают консистентную смазку, которая, преодолевая пружину, проникает в зазоры на трущиеся поверхности деталей станка.

Жидкую смазку подают на трущиеся поверхности капельными или фитильными масленками, а также путем разбрызгивания из герметично закрытых масляных ванн, специально устраиваемых в передаточных механизмах.

Устройства автоматического непрерывно-принудительного смазывания состоят из насоса (лубликатора), емкости и системы маслопроводных трубочек для подвода масла на трущиеся поверхности одновременно в несколько точек. При возвратно-поступательном движении плунжера масло порциями вытесняется в напорную линию.

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Изобразите схемы магазинных питателей.
2. Изобразите схему загрузочно-разгрузочного устройства для щитовых деталей.
3. Какие требования предъявляются к ограждениям?
4. Какие требования предъявляются к расклинивающим и направляющим ножам?
5. Как выполняются завесы?

## Часть II. Дереворежущие станки общего назначения

### 4. Станки для пиления древесины

#### 4.1. Станки ленточнопильные столярные

Столярные ленточнопильные станки применяются для выпиливания прямолинейных и криволинейных заготовок.

В качестве режущего инструмента на станке используется ленточная пила шириной  $B = 10 - 60$  мм, толщиной  $S = 0,6 - 0,9$  мм, с углом заострения зубьев  $\beta = 50^\circ$  и передним углом  $\gamma = 5^\circ$ .

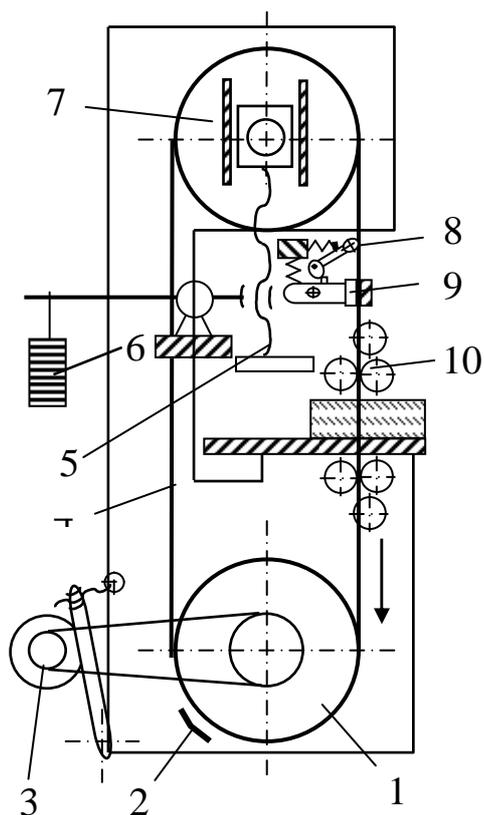


Рис. 63. Схема столярного ленточнопильного станка

Пила 4 (рис. 63) в виде замкнутой ленты надевается на нижний приводной 1 и верхний натяжной 7 шкивы. Натяжение ленточной пилы производится грузом 6 и настроечным винтом 5 с помощью маховичка. Привод нижнего шкива производится от электродвигателя 3 с помощью ременной передачи. Для остановки шкива имеется тормоз 2.

Станок снабжен лентоуправляющим устройством, состоящим из ролика 8, закрепленным на подпружиненном рычаге, и тормозных колодок 9. Ролик 8 поджат пружиной к

пильной ленте. В случае обрыва ленты рычаг с роликом поворачивается и соскакивает с курка, освобождая подвижную колодку, которая прижимает пильную ленту к неподвижной колодке.

Для повышения жесткости пильной ленты в зоне пиления на станке установлены под столом и над столом направляющие ролики 10. При этом четыре ролика взаимодействуют с боковыми поверхностями пилы, препятствуя ее боковому смещению, и два ролика контактируют с задней кромкой пилы.

У столярных ленточнопильных станков моделей ЛС40-2 и ЛС80-6С, ЛС80-6М заготовка базируется на столе и надвигается на пилу вручную. Стол можно повернуть от горизонтального положения на угол  $45^\circ$ . Станки ЛС80 могут комплектоваться механизмом подачи для выполнения прямолинейных пропилов. Механизм подачи монтируется на столе и состоит из вертикальных валцов, соединенных через червячный редуктор с двигателем.

**Наладка ленточнопильных станков.** При наладке выполняется следующий перечень работ [11].

1. Пилу надевают сначала на верхний шкив, а затем на нижний. Натяжение пильной ленты осуществляют путем подъема верхнего шкива и контролируют по положению груза или пружины. Напряжение растяжения в натянутой пиле зависит от ее ширины и должно быть 15 – 50 МПа.

Вращая верхний шкив, проверяют правильность прохождения пильной ленты по шкивам и упорным роликам. Если необходимо, производят регулировку. Пила должна устойчиво располагаться на шкивах, и зубья ее должны выступать за край обода шкивов. После этого на короткий срок включают станок и проводят дополнительную регулировку.

2. Верхнее направляющее устройство устанавливают над заготовкой на расстоянии 10 – 15 мм. Зазор между боковыми направляющими и пильной лентой устанавливается по 0,05 – 0,10 мм. Нижние направляющие устанавливаются стационарно. Передняя кромка направляющих должна отступать от впадин зубьев на 5 – 10 мм. Опорный задний ролик предотвращает сползание пилы со шкивов, на холостом ходу между ним и пилой должен быть зазор.

3. Пила, шкивы и ременная передача должны быть закрыты ограждениями.

4. Тормоз должен останавливать шкивы при выключенном электродвигателе за 4 – 6 с. Зазор между тормозными колодками и ободом должен быть не более 5 мм.

### Технические характеристики ленточнопильных столярных станков

	ЛС40-2	ЛС80-6С	SNA400 (Италия)	SNA600 (Италия)
Диаметр пильных шкивов, мм .....	400	800	400	600
Высота пропила наибольшая, мм .....	250	400	280	350
Радиус кривизны пропила, мм .....	150	710		
Размеры стола (длина × ширина), мм ....	525× 500	1000× 1000	400× 500	600× 830
Угол наклона стола, наибольший, град.	45	45	-	-
Ширина пильной ленты наиб., мм .....	20	40	-	-
Скорость главного движения, м/с .....	30	40,2	-	-
Общая установленная мощность, кВт ....	2,2	5,5	1,1	2,0
Габариты (длина × ширина × высота), мм	954 × 765 × 1835	1725 × 1460 × 2460	750× 520× 1790	1000× 790× 2000
Масса, кг .....	370	1120	170	280

## 4.2. Станки круглопильные

### 4.2.1. Общие сведения

Круглопильные станки относятся к самой распространенной группе деревообрабатывающих станков. Станки применяются для продольного, поперечного и смешанного раскроя досок на заготовки, для обрезки заготовок по периметру и раскроя плит, фанеры, пластика.

*На станках для поперечного пиления* осуществляется раскрой материала по длине на черновые заготовки и точная торцовка деталей. Имеются станки с подачей пилы на обрабатываемый материал и с подачей материала на пилы. В станках с подачей пилы траектория пильного диска может

быть по дуге и прямолинейной. Пильный диск по отношению к материалу располагается сверху или снизу.

Все станки для поперечного раскроя называются торцовочными. К торцовочным станкам с подачей пилы по дуговой траектории относятся балансирные и маятниковые. Наибольшее распространение имеют торцовочные станки с прямолинейным надвиганием пилы на материал, к которым относятся шарнирные и суппортные. Суппортные торцовочные станки обеспечивают более точную распиловку, чем шарнирные.

**Круглопильные станки для продольного и смешанного** раскроя бывают с ручной и механической подачей материала на пилу. Органами подачи могут быть вальцы, конвейеры и каретки.

По числу одновременно работающих пил станки могут быть одно-, двух-, и многопильные.

**Станки, на которых можно раскраивать материал по всем направлениям – вдоль, поперек и под углом, называются универсальными.**

По назначению станки для продольного пиления подразделяются на следующие основные группы:

- обрезные однопильные с вальцово-дисковой подачей для обрезки одной кромки у необрезных досок или продольного раскроя досок и заготовок;
- прирезные одно- или многопильные с гусеничной подачей для точной прирезки досок и заготовок по ширине;
- многопильные станки с вальцовой подачей для раскроя досок и заготовок на планки и рейки;
- ребровые станки с вальцовой подачей для раскроя толстых досок и заготовок на тонкие одинарные.

#### **4.2.2. Станки прирезные**

Круглопильные станки для продольного деления пиломатериалов на заготовки называются прирезными. Станки бывают однопильные и многопильные, с одним пильным валом и несколькими пильными валами. Пильный вал станков размещается под столом или над ним. Механизм подачи может быть конвейерно-гусеничный или вальцовый.

Пример однопильного прирезного станка с верхним расположением пильного вала и конвейерно-гусеничной подачей показан на рис. 64. На рис. 65 показан современный многопильный станок.

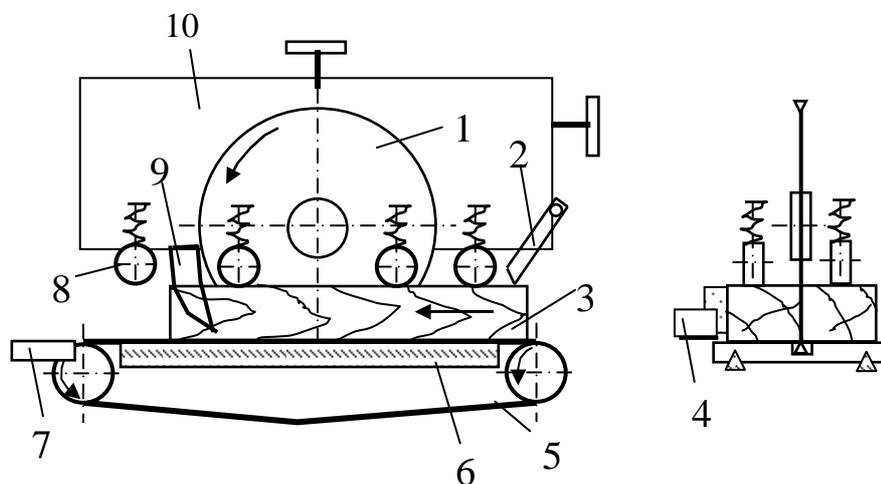


Рис. 64. Схема прирезного станка

На станине станка над столом 7 смонтирован суппорт 10 с приводным пильным валом и пилой 1. На суппорте смонтировано два маховика. Один из них позволяет поднимать корпус суппорта, а другой – пильный вал. На корпусе суппорта закреплены подпружиненные ролики 8, расклинивающий нож 9 и когтевая завеса 2.

В плоскости стола расположена рабочая ветвь гусеничной цепи конвейерно-гусеничного механизма подачи 5, которая опирается на клиновые текстолитовые или чугунные направляющие 6.



Рис. 65. Многопильный станок

В гусеничной цепи имеется канавка, в которую заглубляются зубья пилы при выходе из нижней пласти заготовки на глубину 3 - 5 мм. На столе установлена переставная направляющая линейка 4.

При работе станка распиливаемую заготовку 3 кладут на гусеничную цепь и прижимают к направляющей

щей линейке. Основная базовая поверхность заготовки неподвижно базируется на гусеничной цепи. Расклинивающий нож 9 входит в пропил. Его устанавливают на расстоянии 10 - 15 мм от вершин зубьев. Толщина ножа должна превышать ширину пропила на 0,5 мм. Расклинивающий нож предотвращает захват уже распиленной древесины зубьями пилы, снижая вероятность ее выброса из станка. Пластины 2 когтевой завесы, свободно пропуская заготовку вперед, захватывают и удерживают ее в случае обратного движения.

В многопильных станках или в станках с нижним расположением пильного вала заготовку подают двумя гусеницами.

В настоящее время в деревообрабатывающей промышленности используются прирезные станки следующих моделей: ЦА-2А-1 (вальцовый), ЦДК4-3, ЦДК5-3, ЦМР-3 (конвейерные) и др.

#### 4.2.3. Универсальные круглопильные станки

В 1996 году на основании анализа пожеланий эксплуатационников и опыта использования круглопильных станков была сформулирована концепция проектирования форматно-раскrojного станка нового типа. В 1998 году такой станок с маркой FORMAT-4 был создан австрийским холдингом FELDER. Подобные станки стали выпускать несколько фирм, таких как Альтендорф, и даже российские (рис. 66).

Сейчас форматно-раскrojные станки широко используются за рубежом и в России. Станки используются для смешанного раскроя пиломатериалов, а также распиливания плитных материалов на заданный размер.



Рис. 66. Форматно-раскrojный станок FORMAT-4

**Механизм главного движения** станка выполнен в виде пилы 2 диаметром 300 – 400 мм, закрепленной на пильном валу, который смонтирован на суппорте в подшипниковых опорах и соединен с электродвигателем ременной передачей. Частота вращения пилы может изменяться ступенчато или плавно в диапазоне от 3000 до 6000 мин<sup>-1</sup>. Перед основной пилой на суппорте установлена подрезная пила диаметром 120 мм, закрепленная на отдельном валу с отдельным ременным приводом. Основная и подрезная пилы вращаются в разные стороны и формируют один пропил. Подрезная пила установлена для предотвращения сколов на нижней пласти заготовки. За основной пилой установлен расклинивающий нож. Пилы закрыты ограждением.

Пильный суппорт позволяет перемещать пилы при настройке по высоте или наклонять их вбок на угол до 45° с точностью 0,1°. Максимальная высота пропила составляет 155 мм.

**Механизм базирования и подачи.** Базирование заготовки на станке выполняется по столу 3, каретке 7 и направляющим линейкам 1 и 8. Линейка 1 может устанавливаться на заданный размер автоматически.

Стол 3 установлен на роликах тележки, которые опираются на клиновые направляющие станины (см. рис. 40).

Для поперечного пиления пиломатериалов и форматного раскроя плит используется каретка 7. Она соединена со столом 3 и опирается на телескопическую опору, подвижная часть 6 которой выдвигается из шарнирно закрепленного звена 5.

**Управление станком.** Управление работой станка осуществляется с пульта 4. Управление положением пильного агрегата и параметрами раскроя выполняется с помощью системы ЧПУ.

#### **4.2.4. Наладка прирезных станков**

Наладка станков для продольного пиления древесины начинается с выбора пилы с последующим выполнением ниже описанных операций.

1. Пилу устанавливают на пильный вал. При этом контролируют, чтобы торцовое биение на зажимном фланце было бы не более 0,3 мм на радиусе 50 мм. Радиальный зазор в месте посадки пилы должен быть не более 0,1 мм. Торцовое биение зубьев пилы должно быть не более 0,5 мм для стальных пил и 0,1 мм для твердосплавных пил.
2. Расклинивающий нож должен отстоять от зубьев пилы на расстоянии не более 10 мм. Толщина ножа должна превышать ширину пропила на 0,5 мм.
3. Устанавливают направляющую линейку на заданный размер.
4. Нижние зубья пилы для станков с ныряющей гусеницей устанавливают ниже рабочей поверхности гусеницы на 5 мм. Нижние вальцы станков с вальцовой подачей поднимают над поверхностью стола на 2 – 3 мм при обработке мягких пород древесины и на 1 – 2 мм – для твердых пород. Верхние вальцы устанавливают на 5 – 8 мм ниже верхней поверхности заготовки.
5. Зазор между пилой и боковыми виброгасителями должен быть не более 0,1 – 0,15 мм.

### Технические характеристики круглопильных станков

	ЦА2А-1	ЦДК4-2	ЦР-4А	ЦДК5-3
Размеры обрабатываемого материала, мм:				
ширина .....	10-300	400	300	10-250
толщина .....	10-80	100	1300	6-120
длина, не менее .....	560	600	450	400
Количество пил .....	1-3	1	2	5
Диаметр пилы, мм .....	315-360	250-400	600-800	315-400
Частота вращения пилы, мин <sup>-1</sup> .....	2920	3000	1400, 2000	3000
Скорость подачи, м/мин .....	20,9-102	8-40	15, 35, 60	6-60
Общая установленная мощность, кВт	17,4	13,0	32,6	33,18
Габариты (длина × ширина × высота), мм	1400× 1050× 1200	1930× 1460× 1480	2820× 2195× 1470	1925× 1780× 1625
Масса, кг .....	960	1500	2700	2150

Продолжение

	Ц8Д10	Ц8Д-8М	ЦМ120	ЦМР-3
Размеры обрабатываемого материала, мм:				
ширина	420	550	460	6-250
толщина	19-200	60-180	120	10-120
длина, не менее	1700	2700	850	450
Количество пил на валу	1-8	1-8	1-7	1-10
Количество пильных валов	2	1	1	1
Диаметр пилы, мм	355-450	560	500	250-360
Скорость подачи, м/мин	3-24	10-80	4-20	6-60
Общая установленная мощность, кВт	48	116	31,5	67,18
Габариты (длина × ширина × высота), мм	2695× 2525× 1720	3500× 3465× 1415	1650× 1280× 1390	8655× 2095× 1790
Масса, кг	4850	5300	1750	4100

## 4.2.5. Торцовочные станки

Торцовочные станки применяются для поперечной прямолинейной распиловки пиломатериалов на заготовки в столярно-строительном, мебельном и других деревообрабатывающих производствах. Наиболее часто используются станки суппортные, рычажно-шарнирные и балансирные.

**Суппортный станок.** Схема суппортного торцовочного станка модели ЦПА40-М приведена на рис. 67. Пила 1 закреплена на валу электродвигателя, который смонтирован на ползуне 2. Ползун установлен на роликовых опорах суппорта 3 и перемещается по ним с помощью гидроцилиндра 4. Суппорт смонтирован на цилиндрической колонке 5, которая вставлена в корпус станины 6. При настройке станка суппорт можно поднять с помощью маховика 7, по-

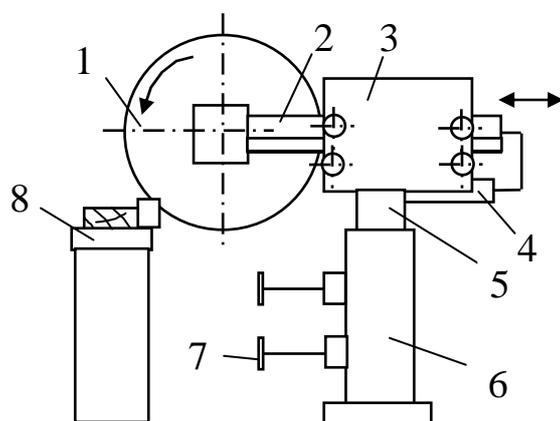


Рис. 67. Схема суппортного торцовочного станка ЦПА40

8 - маховик. При настройке станка суппорт можно поднять с помощью маховика 7, по-

вернуть на угол до  $45^\circ$  и заданное положение зафиксировать верхним маховиком. Распиливаемая заготовка кладется на стол 8 станка и прижимается вручную к направляющей линейке. В столе и направляющей линейке выполнена щель для прохода пилы. Зазоры между столом и пилой должны быть не более 3 мм.

**Рычажно-шарнирный станок** модели ЦМЭ-3Б показан на схеме рис. 68. Пила 1 станка установлена на валу электродвигателя, который закреплен на рычаге шарнирно-рычажного четырехзвенного прямолинейно направляющего механизма Чебышева 2. Пила надвигается на заготовку прямолинейно с помощью пневмоцилиндра 3. Скорость подачи регулируется гидравлическим дросселем. Рычажный механизм смонтирован на стойке 4, которая может подниматься относительно станины 5 станка с помощью маховика 6. Величина подъема регулируется в зависимости от диаметра пилы и толщины распиливаемой заготовки. Заготовка базируется на столе 7 по направляющей линейке.

**Балансирный станок.** В балансирных станках пила крепится на валу электродвигателя, который монтируется на балансире, шарнирно установленном на станине под столом станка. Подъем балансира с пилой осуществляется гидроцилиндром с частотой до 40 раз в минуту. Так выполнен торцовочный станок модели ЦКБ40-01.

**Наладка торцовочных станков.** При наладке выполняют следующие операции.

1. Выбирают пилу и устанавливают ее на станок.

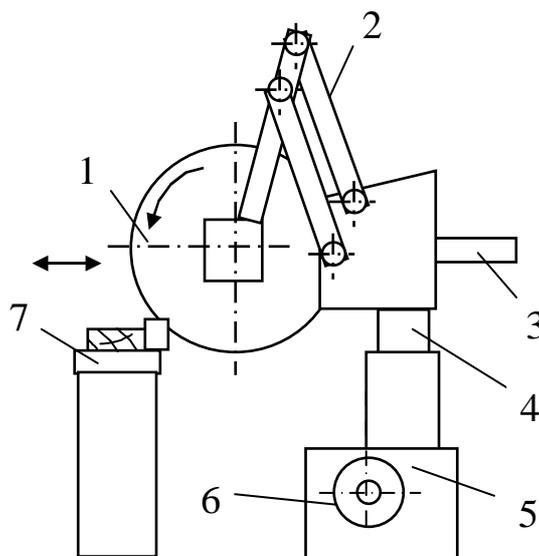


Рис. 68. Схема рычажно-шарнирного торцовочного станка

2. Устанавливают упоры, ограничивающие ход суппорта. Суппорт устанавливают по высоте так, чтобы нижние зубья пилы были ниже поверхности стола на 5 – 6 мм.
3. Устанавливают упоры на соответствующий размер отпиливаемой заготовки.
4. Настраивают необходимую величину скорости подачи.

**Технические характеристики круглопильных торцовочных станков**

	ЦПА40	ЦКБ40	ЦМЭ-3Б
Размеры обрабатываемого материала, мм:			
ширина .....	400	400	400
толщина .....	20-100	100	10-100
Диаметр пилы, мм .....	450	630	500
Частота вращения пилы, мин <sup>-1</sup> .....	2960	3000	3000
Общая установленная мощность, кВт .....	6,2	9,7	4,1
Число двойных ходов в мин .....	-	45	45
Габариты (длина × ширина × высота), мм	2300×	1130×	5140×
	790×	1120×	1800×
	1525	1320	1850
Масса, кг .....	550	900	800

**Контрольные вопросы и задания**

1. Расскажите о конструкции ленточнопильных станков, назовите их модели.
2. Расскажите о правилах наладки ленточнопильных станков.
3. Какие типы круглопильных станков применяются в деревообрабатывающей промышленности?
4. Расскажите о конструкции прирезного станка.
5. Расскажите о правилах наладки прирезных станков.
6. Какие станки применяют для поперечного пиления пило-материалов?

## 5. Станки продольно-фрезерные

### 5.1. Фуговальные станки

**Фугованием называют процесс фрезерования на станке, при котором обрабатывается та поверхность заготовки, которая базируется.**

Фуговальные станки (рис. 69) предназначены для формирования методом фрезерования геометрически плоской обработанной поверхности на покоробленных брусках, досках, щитах.



Рис. 69. Фуговальный станок

Получаемая плоская поверхность служит технологической базой при последующей обработке заготовки. Таким образом, фуговальные станки предназначены для формирования базовых поверхностей заготовок.

Наиболее часто фуговальные станки выполняются со скользящим базированием и подачами вальцовой (обозначается СФА), конвейерной (СФК) и ручной (СФ). Станки выпускаются для обработки заготовок с максимальной шириной 250; 400 и 630 мм. Указанные ширины заготовок в модели станка обозначаются соответственно цифрами 3; 4 и 6.

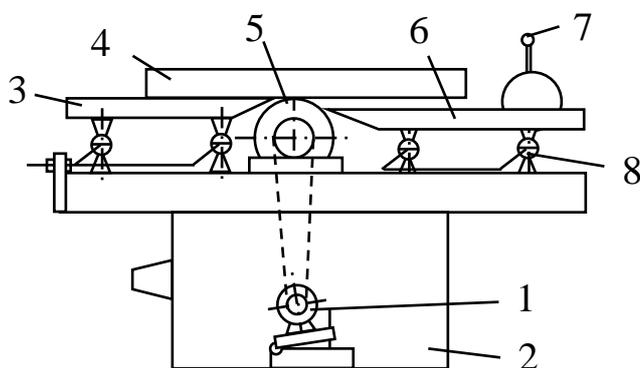


Рис. 70. Схема фуговального станка с ручной подачей

В настоящее время выпускаются фуговальные станки моделей СФ3-3; СФ4-1А; СФ6-1А; СФА4-1А; СФК4-1 и др.

На рис. 70 приведена компоновочная схема фуговального станка с ручной подачей заготовки. На

станции станка 2 смонтирован ножевой вал 5, соединенный ременной передачей с электродвигателем 1. Ножевой вал может вращаться с частотой  $5100 \text{ мин}^{-1}$ . Кроме того, на станции установлены в эксцентриковых опорах 8 два горизонтальных стола: передний 6 и задний 3. Установочная базовая плоскость заднего стола расположена касательно к окружности вращения режущих кромок лезвий ножевого вала. Передний стол 6 с помощью рукоятки 7 может подниматься или опускаться на величину до 6 мм. Рукоятка 7 соединена с одним из валов эксцентриковых опор 8.

На станции сбоку от столов смонтирована направляющая линейка 4. Станок снабжен приемником для удаления древесной стружки и подпружиненным шторочным защитным ограждением, опирающимся на столы и закрывающим ножевой вал.

**Двусторонние фуговальные станки.** Предприятия деревообрабатывающего станкостроения выпускают также двусторонние фуговальные станки с механической подачей С2Ф3-3 и С2Ф4-1. Такие станки позволяют формировать у заготовок две технологические базы: главную технологическую базу по пласти заготовки и вспомогательную – по боковой кромке под углом  $90^\circ$ . Для этого описанный выше фуговальный станок дополнительно снабжен вертикальным шпинделем с фрезерной головкой, а боковая направляющая линейка выполнена из двух частей: передней линейки, установленной перед шпинделем, и задней линейки, плоскость которой касательна к окружности вращения лезвий фрезерной головки. Таким образом, вертикальный шпиндель станка работает по принципу фугования и формирует на заготовке боковую базовую поверхность.

**Наладка фуговальных станков.** При наладке выполняются следующие операции.

1. Установка ножей на ножевой вал. Парные ножи при этом должны иметь одинаковую массу и быть сбалансированы. Режущие кромки ножей должны выступать над стружколо-

мателем на 1 – 2 мм, а над поверхностью вала – не более 2 мм. Непараллельность режущей кромки поверхности заднего стола должна быть не более 0,1 мм на длине 1000 мм.

2. Поверхность заднего стола должна быть касательна к окружности вращения режущих кромок ножей или ниже на 0,02 – 0,03 мм.

3. Подающие органы вальцовых или конвейерных механизмов подачи должны располагаться на 2 – 3 мм ниже верхней поверхности заготовки.

Автоподатчик располагают так, чтобы один валец находился над передним столом на расстоянии 50 – 60 мм от ножевого вала, а другой – над задним столом. Для устойчивого базирования заготовки по направляющей линейке вальцы автоподатчика должны быть повернуты к направляющей линейке под углом 1 - 2°.

4. После наладки обрабатывают несколько пробных деталей и контролируют точность их обработки. Отклонение от плоскостности должно быть не более 0,15 мм на длине 1000 мм, отклонение от перпендикулярности – не более 0,1 мм на длине 100 мм.

### Технические характеристики фуговальных станков

	СФ4-1А	СФ6-1А	СФК4
Размеры обрабатываемого материала, мм:			
ширина наибольшая .....	400	630	400
длина наименьшая .....	400	400	400
Общая длина столов, мм .....	2064	2564	2500
Диаметр корпуса ножевого вала, мм .....	115	115	125
Количество ножей ножевого вала .....	2; 4	2; 4	2; 4
Частота вращения пилы, мин <sup>-1</sup> .....	4500	4500	5100
Количество электродвигателей .....	1	1	2
Мощность электродвигателей, кВт .....	3	5,5	3,6
Габариты (длина × ширина × высота), мм	2064× 1020× 1200	2564× 1230× 1200	2556× 930× 1200
Масса, кг .....	705	1002	915

## 5.2. Рейсмусовые станки

***Рейсмусованием называют процесс фрезерования на станке, при котором обрабатывается поверхность заготовки, противоположная базируемой.***

Рейсмусовые станки предназначены для обработки методом цилиндрического фрезерования брусковых и щитовых заготовок в размер по толщине. У заготовок предварительно должна быть создана методом фугования главная технологическая база. При рейсмусовании заготовка своей технологической базой опирается на установочную базу стола станка. Ножевой вал размещается над столом. При перемещении заготовки по столу вращающийся ножевой вал фрезерует верхнюю поверхность, формируя плоскую поверхность, параллельную базовой.

В стране выпускаются рейсмусовые станки моделей СР3-7, СР4-2, СР6-10, СР8-2, СР12-3 и др.

На рис. 71 приведена типовая технологическая схема рейсмусового станка. На станине 1 станка установлен стол 3 с подающими вальцами 2, а также когтевая завеса 11, подпружиненные подающие вальцы рифленый 10 и гладкий 4 и ножевой вал 7. Валец 10 выполнен секционным, состоящим из нескольких подпружиненных колец на общем вале.

Стол 3 при настройке на заданную толщину обрабатываемой детали может подниматься или опускаться с помощью винтов. Привод винтов может быть ручным и механическим.

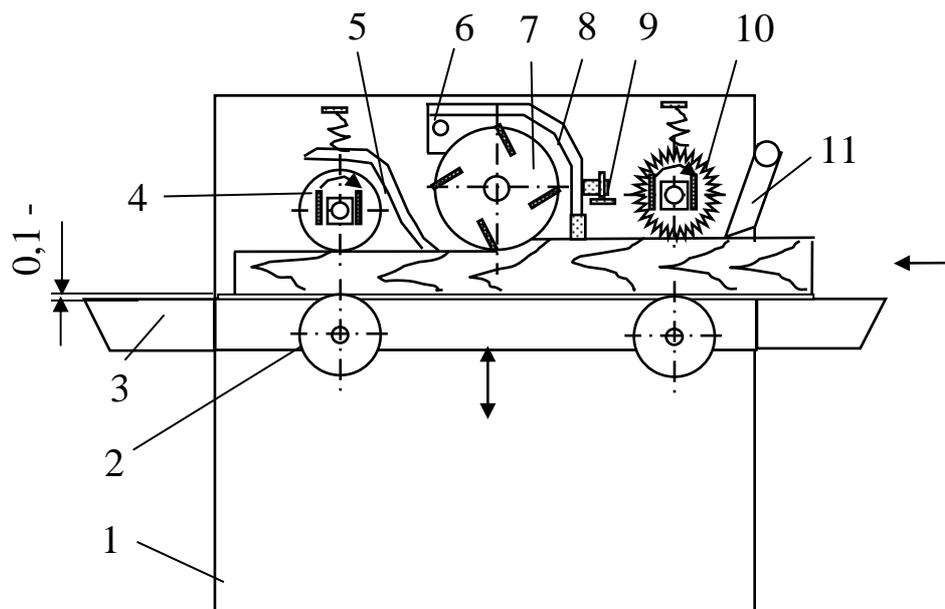


Рис. 71. Схема рейсмусового станка

Впереди и позади ножевого вала 7 расположены прижимные элементы. Передний прижимной элемент 8 выполнен в виде тяжелого чугунного колпака, шарнирно закрепленного на оси 6 и опирающегося регулировочными винтами 9 на упоры. Губка колпака опирается на обрабатываемую поверхность заготовки и выполнена секционной в виде ряда подпружиненных зубьев. Ширина зубьев равна 20 - 50 мм. Давление каждого зуба на древесину составляет 20 - 50 Н.

Передний прижимной элемент выполняет следующие функции:

- предотвращает образование длинных опережающих трещин в заготовке при фрезеровании;
- исключает подбрасывание заготовки при ее обработке;
- направляет стружку в сторону ее удаления;
- служит защитным ограждением ножевого вала.

Задний прижимной элемент 5 обеспечивает прижим заготовки к столу и предотвращает попадание стружки на гладкий валец 4. Валец дополнительно закрыт сверху щитком. Если стружка попадет на валец и будет подмята им, то обработанная поверхность будет испорчена.

При работе в станок можно подавать одновременно несколько заготовок, разнотолщинность которых может колебаться в

пределах 1 - 5 мм. Секционное выполнение переднего верхнего вальца 10 и губки колпака 8 обеспечивает возможность обработки таких заготовок.

Ножевой вал станка может вращаться с частотой 3500 - 4500 мин<sup>-1</sup>. Скорость подачи на станках – 5 - 30 м/мин. Общий вид современных рейсмусовых станков показан на рис. 72.



Рис. 72. Рейсмусовые станки

Для одновременного плоскостного фрезерования противоположных пластей досок, брусков, щитов на заданный размер по толщине применяются двусторонние рейсмусовые станки С2Р8-3 и С2Р12-3 и импортные серии ЕС. Двусторонние рейсмусовые станки созданы для непрерывной работы в тяжелых условиях. Они обеспечивают высокую производительность, точность и качество обработки поверхности. Общий вид импортных станков серии ЕС показан на рис. 73.

**Двусторонний рейсмусовый станок** имеет два ножевых вала – нижний и верхний. Нижний ножевой вал работает по принципу фугования. Для этого перед ножевым валом расположен передний стол, перемещаемый по высоте, а за ножевым валом – задний стол, установочная плоскость которого проходит касательно к окружности вращения режущих кромок ножей.



Рис. 73. Двусторонний рейсмусовый станок

Верхний ножевой вал установлен над задним столом станка и работает по принципу рейсмусования. Для этого перед ножевым валом и за ним установлены прижимные элементы.

**Наладка рейсмусовых станков.** Наладку выполняют в такой последовательности.

1. Устанавливают ножи на ножевом валу (см. п. 1 предыдущего параграфа).

2. По контрольному бруску находят плоскость касательную к окружности вращения режущих кромок ножей. Ниже этой плоскости устанавливают передний подающий валец на 2 мм, передний прижим на 1 мм, задний прижим на 0,5 мм, задний подающий валец на 1,5 мм.

Давление подающих валцов настраивают так, чтобы они не пробуксовывали при работе.

3. Нижние валцы должны выступать над столом на 0,1 – 0,2 мм при обработке твердых пород древесины и 0,2 – 0,3 мм при обработке мягких пород.

4. Стол следует поднять предварительно на размер несколько больше заданного. Путем обработки пробных деталей размер детали корректируют до заданного.

### Технические характеристики рейсмусовых станков

	CP4-2	CP6-10	CP8-4	CP12-3
Размеры обрабатываемого материала, мм:				
ширина наибольшая .....	400	630	800	1250
толщина .....	5-200	5-250	10-200	10-125
длина наименьшая .....	300	450	450	450
Диаметр окружности резания, мм .....	128	128	128	163

Частота вращения ножевого вала, мин <sup>-1</sup>	4500	4570	4570	3570
Скорость подачи ступенчатая, м/мин .....	8-24	8-24	8-24	Бесступ.
Установленная мощность, кВт .....	6,87	9,57	20,57	20
Габариты (длина × ширина × высота), мм	925×	1120×	1800×	1255×
	925×	1315×	1480×	2695×
	1180	1340	1440	1268
Масса, кг .....	700	1140	2900	3220

Продолжение

	C2P12-3	EC-610	EC-450	EC-300
Размеры обрабатываемого материала, мм:				
ширина .....	40-1250	610	450	300
толщина .....	10-125	8-170	8-170	8-170
длина наименьшая .....	500	315	315	315
Диаметр окружности резания, мм .....	160			
Количество ножей ножевого вала .....	4	4	4	4
Частота вращения ножевых валов, мин <sup>-1</sup>	4000	6000	6000	6000
Скорость подачи, м/мин .....	-	7-16	7-16	7-16
Установленная мощность, кВт .....	45,25	20,82	14,76	11,11
Габариты (длина × ширина × высота), мм	1700×	2770×	2770×	1930×
	2800×	1545×	1245×	860×
	1700	1720	1720	1600
Масса, кг .....	5500	3300	2500	1200

### 5.3. Четырехсторонние продольно-фрезерные станки

Четырехсторонние продольно-фрезерные станки предназначены для четырехсторонней обработки пиломатериалов, строительных, брусковых (плоских или профильных) деталей.

Брусковые столярные детали имеют сложный профиль поперечного сечения и небольшие размеры. К ним предъявляются требования высокой точности и качества обработки. Обработка их ведется на четырехсторонних продольно-фрезерных станках с точными и высокооборотными шпинделями при небольшой скорости подачи. Такие станки называют калевочными. Перед работой на калевочных станках у заготовок предварительно формируют технологические базы на фуговальных станках.

Фрезерованные пиломатериалы и строительные погонажные детали имеют простой профиль поперечного сечения и не требуют высокой точности изготовления. Они обрабатываются на четырехсторонних продольно-фрезерных станках без предварительной подготовки. При компоновке четырехсторонних продольно-фрезерных станков используют принципы фугования и рейсмусования. Станки выполняются по фуговально-рейсмусовой схеме или двухрейсмусовой схеме.

**При обработке по фуговально-рейсмусовой схеме** (рис. 74, а) заготовка базируется черновой базой по переднему столу 1, а после фрезерования нижней поверхности ножевым валом 2 дальнейшее базирование происходит по заднему столу 3. Ножевой вал 4 фрезерует верхнюю поверхность заготовки.

**При обработке заготовки на станке с двухрейсмусовой схемой** (рис. 74, б) черновое базирование заготовки происходит нижней поверхностью по переднему столу 1. После создания верхней чистой базы первым верхним ножевым валом 4 заготовка прижимается вверх и базируется по заднему верхнему столу 3. Дальнейшая обработка осуществляется снова методом рейсмусования ножевым валом 2.

На рис. 75 приведен четырехсторонний продольно-фрезерный станок, работающий по фуговально-рейсмусовой схеме.

Заготовка черновой базой базируется по переднему столу 1, который при настройке поднимается на толщину срезаемого слоя. Заготовка подается приводными вальцами 2 и фрезеруется ножевой головкой 3. Полученная чистовая база заготовки взаимодействует с задним столом 6 и верхняя поверхность заготовки фрезеруется ножевой головкой 7.

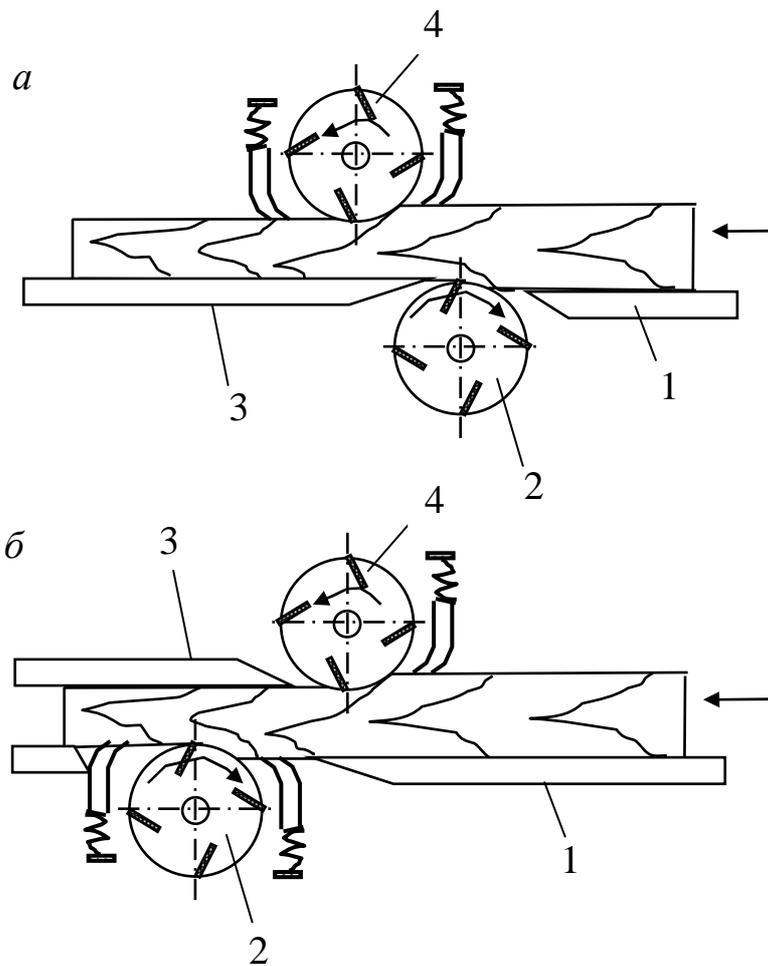


Рис. 74. Схемы двустороннего фрезерования:  
*а* – фуговально-рейсмусовая;  
*б* – двухрейсмусовая

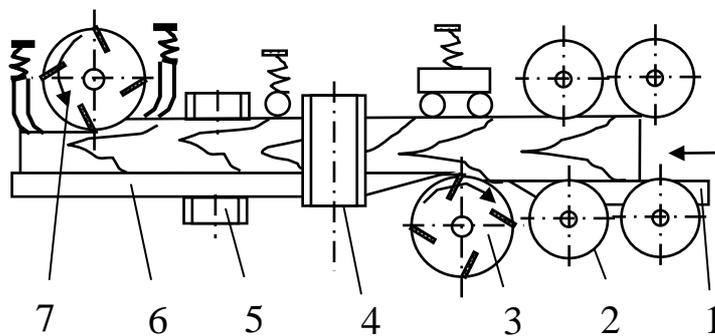


Рис. 75. Схемы четырехстороннего  
 продольно-фрезерного станка

Правая боковая кромка заготовки сначала базируется по передней направляющей линейке, а после создания чистой базы ножевой головкой 5 – по задней направляющей линейке. Левая боковая кромка заготовки фрезеруется ножевой головкой 4.

Отечественная промышленность выпускает четырехсторонние продольно-фрезерные станки моделей С16-4А, С25-4А и др.

Общий вид современного станка показан на рис. 76.



Рис. 76. Четырехсторонний продольно-фрезерный станок:

**Наладка четырехсторонних станков.** Наладка производится так.

1. Подбирают фрезы или ножевые головки. Радиальное биение режущих кромок должно быть не более 0,03 мм, отклонение углов заточки от номинальных – не более  $\pm 1^\circ$ .
2. Поверхность заднего стола и задней линейки должна быть касательна к окружности вращения режущих кромок лезвий. Поверхность переднего стола и передней линейки должна отступать на глубину фрезерования.
3. Прижимные элементы должны быть расположены на 2 – 3 мм ближе к столу и линейке, чем настроечный размер. Усилие прижима регулируют, например сжатием пружин.
4. Нижние подающие вальцы устанавливают на 0,2 – 0,5 мм выше поверхности стола в зависимости от твердости обрабатываемой древесины.
5. Настраивают необходимую скорость подачи.
6. При правильной наладке допускаются следующие погрешности размеров обработанной поверхности: отклонения

размеров по 11 – 13 квалитетам; непрямолинейность боковых кромок – не более 0,2 мм на длине 1000 мм; непараллельность боковых кромок – не более 0,3 мм на длине 1000 мм; неперпендикулярность смежных боковых поверхностей – 0,15 мм на длине 100 мм. При больших отклонениях проводят подналадку и поднастройку станка.

### **Технические характеристики четырехсторонних продольно-фрезерных станков**

	C16-4A	C16-42	C25-5A	C26-2H
Размеры обрабатываемого материала, мм:				
ширина наибольшая .....	32-160	32-160	50-250	50-250
толщина .....	10-80	10-80	12-125	12-125
длина наименьшая .....	-	400	630	630
Количество шпинделей .....	4	4	5	5
Диаметр окружности резания, мм .....	180	140-180	140-180	140-180
Частота вращения ножевого вала, мин <sup>-1</sup>	6000	4500	4500	4500
Скорость подачи бесступенчатая, м/мин	7-42	6-12	10-40	10-40
Установленная мощность, кВт .....	22	19	49,5	28
Габариты (длина × ширина × высота), мм	2760× 1250× 1400	2000× 1500× 1800	3750× 1560× 1870	2625× 1350× 1512
Масса, кг .....	4000	2000	4000	3265

## **6. Фрезерные станки**

### **6.1. Общие сведения о фрезерных станках**

Фрезерные станки предназначены для фрезерования прямолинейных и криволинейных поверхностей по внешнему и внутреннему, замкнутому и разомкнутому контурам. Кроме того фрезерные станки используются для профилирования калевки, нарезания шипов и проушин, обработки кромок.

Фрезерные станки делятся на две группы: с нижним и верхним расположением шпинделя.

*Фрезерные станки с нижним расположением шпинделя* могут быть с ручной и механизированной подачей, легкие ФЛ, средние ФС и тяжелые ФТ. На станках, оснащенных шипорезной кареткой, производятся шипорезные операции.

Для обработки сложных криволинейных профилей используют копир и упорное кольцо, а для прямолинейного фрезерования - направляющую линейку. Станки широко универсальные применяются на деревообрабатывающих предприятиях с серийным выпуском продукции, а также на вспомогательных участках.

*Фрезерные станки с верхним расположением шпинделя* применяют для фигурного фрезерования, выборки четвертей, пазов, гнезд заданного рисунка и профиля ФВК, а также для обработки наружных кромок брусковых деталей по профилю шаблона, закрепленного на карусельном столе ФК. Станки с карусельным столом могут иметь один шпиндель Ф1К или два Ф2К.

## **6.2. Станки с нижним расположением шпинделя**

Станки фрезерной группы на постсоветском пространстве выпускает днепропетровский завод "Станкостроитель" и некоторые российские предприятия. Среди фрезерных станков наибольшим спросом пользуются станки марки ФСШ-1А (рис.77).

**Назначение станка.** Станок предназначен для выполнения различных фрезерных работ по дереву. На нем можно бачивать вручную или с механической подачей прямые поверхности заготовок с использованием направляющих линеек. Станок можно использовать для нарезания шипов, а также для обработки криволинейных поверхностей по шаблону с ручной подачей.



Рис. 77. Фрезерный станок с шипорезной кареткой ФСШ-1А

**Конструкция станка.** На рисунке общего вида станка ФСШ-1А указаны основные элементы: станина 1, шипорезная каретка 2, стол 3, направляющая линейка 4, эксцентриковый прижим 5 и маховичок для подъема шпинделя 6.

**Станина** станка представляет собой чугунное литьё коробчатой формы. Массивная станина придаёт станку необходимую жесткость. На ней смонтированы все функциональные элементы.

**Механизм главного движения** выполнен в виде шпиндельной бабки (суппорта), смонтированной в вертикальных направляющих на станине (рис. 78). Шпиндель смонтирован на подшипниках качения высокой точности (5-го класса точности). Причём в верхней части шпинделя стоят два подшипника. В эти подшипники заложена специальная смазка на ртутной основе, действующая в течение всего срока службы подшипников. Такое расположение подшипников позволяет обеспечить высокие показатели точности в работе при больших нагрузках. Вращательное движение шпинделю передается от электродвигателя поликлиновым ремнем.



Рис. 78. Шпиндельная бабка (суппорт) станка

Шпиндель может вращаться с частотой 3000, 4500, 6000 и 9000 мин<sup>-1</sup>. Для этого в приводе используется двухскоростной асинхронный электродвигатель и двухступенчатые шки-

вы. Станок оснащен также блоком торможения электродвигателя. Используется электродинамическое торможение, принцип действия которого основан на протекании по обмоткам статора двигателя противотоков в момент торможения. Время торможения регулируется с помощью реле времени.



Рис. 79. Оправка

Важным элементом станка является съёмная шпиндельная насадка (оправка) (рис. 79), которая состоит из конусной части 1, дифференциальной гайки 2, набора колец 3 и гайки 4. Оправка вставляется в конусное отверстие шпинделя и крепится на нем дифференциальной гайкой 2. Дифференциальная гайка наворачивается одновременно на оправку и на шпиндель, при этом шаг резьбы оправки меньше шага резьбы шпинделя. При наворачивании гайки за счет разности шагов

резьбы происходит сближение и осевая затяжка конусов.

Дистанционные кольца 3 предназначены для установки режущего инструмента по высоте оправки. Опорные поверхности колец выполнены строго перпендикулярно оси оправки и исключают изгиб оправки при зажиме режущего инструмента.

Для зажима фрезы гайкой 4 на суппорте смонтировано стопорное устройство в виде стержня с рукояткой (см. рис. 78).

Суппорт с оправкой и фрезой может перемещаться в вертикальных направляющих с помощью редуктора, приводимого в движение маховичком б (см. рис. 77).

Верхний конец оправки с целью повышения ее жесткости фиксируется подшипниковой опорой кронштейна (рис. 80).



Рис. 80. Фиксация оправки кронштейном

**Шипорезная каретка.** Шипорезная каретка (рис. 81) установлена на столе станка. Ее верхняя рабочая поверхность выступает над поверхностью стола на 0,1 мм. Внутри каретки установлены шариковые подшипники, которыми каретка опирается на стальные направляющие.



Рис. 81. Каретка

При нарезании шипов заготовка фиксируется на каретке прижимом 1, который взаимодействует с эксцентриком и рукояткой 2 (рис. 82), и каретка с заготовкой перемещается вручную относительно фрезы. При выполнении других фрезерных работ каретка не нуж-

на, и она фиксируется винтами к столу.

**Механизмы базирования.** Базируют заготовку по столу и направляющей линейке. Стол установлен неподвижно на станине станка и представляет собой чугунное литьё, укреплённое рёбрами жёсткости. Масса стола 260 кг.

При нарезании шипов базирование заготовки осуществляется

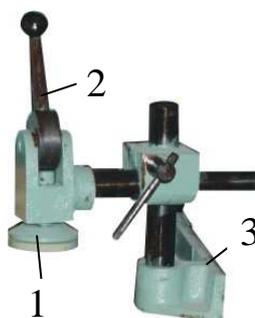


Рис. 82. Эксцентриковый прижим

по рабочей поверхности шипорезной каретки и направляющей линейке 3 с эксцентриковым прижимом (рис. 82).

Для обработки на фрезерном станке криволинейных деталей используют копироваль-

ные шаблоны и упорные кольца (рис. 83).

Шаблон 1 имеет основание из древесины, фанеры или листа легкого металла. Рабочая кромка шаблона имеет точный профиль детали. Обрабатываемая заготовка базируется на шаблоне по упорам и фиксируется прижимом.

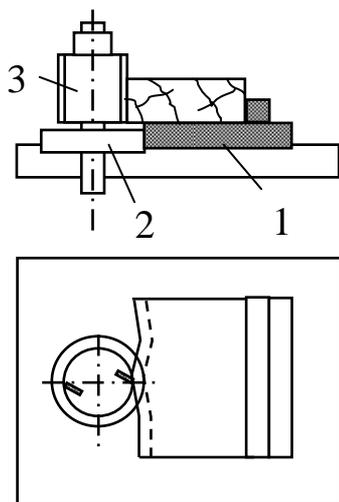


Рис. 83. Фрезерование по шаблону

При работе профильную кромку шаблона прижимают к упорному кольцу 2 и шаблон обкатывают по нему. Фреза 3 при этом формирует профиль шаблона.

Конструкции упорных колец бывают двух типов: кольцо с шариковым подшипником, закрепленное на шпинделе, и кольцо, неподвижно закрепленное соосно шпинделю на столе. Неподвижные кольца считаются лучше вращающихся, так как они не передают дополнительную поперечную нагрузку на шпиндель и не нарушают точность его работы.

Общий вид современного фрезерного

станка показан на рис. 84.

**Наладка фрезерных станков.** При наладке выполняют следующие операции.

1. Проверяют соответствие шпиндельной насадки посадочному отверстию выбранной фрезы.

Перед установкой насадки тщательно протирают от пыли и грязи конические поверхности насадки и отверстия шпинделя. Закрепляют насадку на шпинделе. Проверяют радиальное биение насадки. Допустимое радиальное биение у основания насадки равно 0,02 мм, на расстоянии 200 мм – 0,04 мм.

2. Устанавливают и



Рис. 84. Общий вид фрезерного станка CH-105

закрепляют насадную фрезу. При тяжелых режимах работы устанавливают дополнительную верхнюю опору. Проверяют вручную легкость вращения шпинделя.

3. Устанавливают в необходимом положении переднюю и заднюю направляющие линейки.

4. При обработке криволинейных поверхностей в столе устанавливают соосно со шпинделем копирующее кольцо.

5. Устанавливают и настраивают ограждения.

6. При нарезании шипов на станке с шипорезной кареткой режущие кромки фрезы должны выступать за направляющую линейку на расстояние, равное длине шипа (проушины).

7. Направляющий угольник на каретке устанавливают под необходимым углом.

8. После настройки станка обрабатывают пробные детали и контролируют их размер.

### Технические характеристики фрезерных станков

	ФСШ-1А	СДФ-1	Ф130.02
Наибольшая толщина обрабатываемой заготовки, мм: .....	100	160	130
Размеры стола, мм .....	1000×800	1000×800	1000×650
Наибольшая ширина заготовки, устанавливаемой на каретке при нарезании шипа глубиной 100 мм, мм	350	-	-
Вертикальное перемещение шпинделя, мм	100	-	-
Наиб. диаметр окружности резания, мм	250	250	250
Частота вращения ножевого вала, мин <sup>-1</sup> ....	3000; 4500; 6000; 9000	3000; 6000; 9000	3750; 4500; 7500; 9000
Диаметр шпиндельной насадки, мм .....	32		
Ход шипорезной каретки, мм .....	950	500	990-1350
Установленная мощность, кВт .....	4,2/5,0	4,2/5,0	4/4,75
Габариты (длина × ширина × высота), мм	2000× 1265× 1360	1125× 1050× 1550	1510× 1150× 1480
Масса, кг .....	880	1000	600

Продолжение

	СН-150	СН-105
Размеры стола, мм .....	1500 × 850	1050 × 750
Вертикальное перемещение шпинделя, мм	200	200
Частота вращения шпинделя, мин <sup>-1</sup> .....	2900 - 4400	2900-4400-
	6000 -7200	- 6000 -7200 -
	10000	10000
Диаметр шпиндельной насадки, мм .....	32	32
Установленная мощность, кВт .....	5	3,67
Габариты (длина × ширина × высота), мм	1500 × 850 × 1050	750 ×
	890	890
Масса, кг .....	600	500

### 6.3. Станки с верхним расположением шпинделя

В группе фрезерных станков с верхним расположением шпинделя наиболее распространен станок модели ВФК-2А (рис. 85).

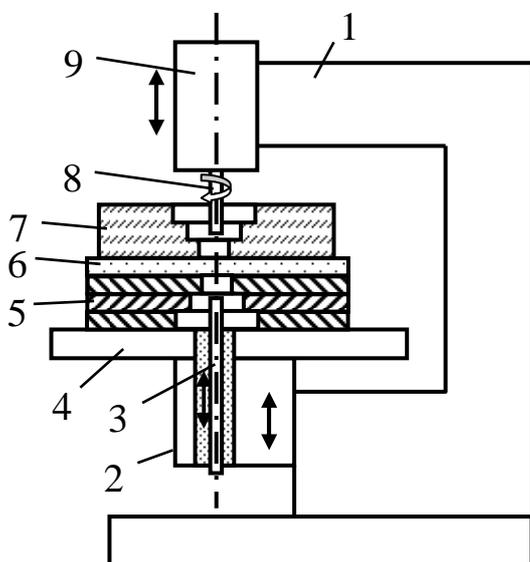


Рис. 85. Схема станка модели ВФК-2А

В верхней части станины 1 станка смонтирован суппорт 9 с фрезерным шпинделем и концевой фрезой 8. Суппорт может перемещать шпиндель с фрезой в вертикальном направлении с помощью пневмоцилиндра. В нижней части станины смонтирован суппорт 2 с возможностью вертикального перемещения с помощью рукоятки и зубчато-винтовой передачи. На суппорте установлен стол 4, в котором расположен

подвижный палец 3 с приводом от рукоятки и зубчато-реечной передачи. На стол кладется блок, состоящий из не-

скольких шаблонов-копиров 5 и копировальной доски 6. На блок кладется обрабатываемая заготовка 7 и крепится на нем. Подача блока с заготовкой по столу осуществляется вручную.

### Техническая характеристика станка ВФК-2А

Ширина обрабатываемого паза, диаметр сверления, мм	2-35
Глубина обрабатываемого паза, наибольшая, мм	35
Размеры стола, мм	1500×800
Вылет шпинделя, мм	710
Вертикальное перемещение шпинделя, мм	140
Частота вращения шпинделя, мин <sup>-1</sup>	18000
Установленная мощность, кВт	4
Габариты (длина × ширина × высота), мм	1500×1350×1600
Масса, кг	850

## 7. Шипорезные станки

Шипорезные станки применяются для получения на концах деталей шипов и проушин, с помощью которых детали собираются на клею в рамки, ящики или стыкуются продольно. Различают три типа шипорезных станков: для получения рамных шипов в производстве строительных деталей, ящичных шипов и стыковочных зубчатых шипов.

Для получения рамных шипов используются многооперационные многошпиндельные станки с различными режущими инструментами, последовательно формирующими поверхности шипа и проушины. Станки бывают односторонние (модели ШО10-4, ШО16-4, ШО15Г-5) и двусторонние (модели ШД10-8, ШД16-8). Первые станки нарезают шипы с одной стороны детали, а вторые – сразу с двух сторон.

Схема одностороннего шипорезного станка ШО15Г-5 приведена на рис. 86. На станине 1 станка на двухкоординатных суппортах смонтированы электродвигатели, на валах которых закреплены торцовочная пила 8, проушечный диск 9 и фрезы 10, 11 для формирования шипов и их заплечиков.

На станине справа установлены также две горизонтальные направляющие 3, на которых поставлена роликовы-

ми опорами каретка 7 с прижимом 6. Каретка соединена цепью 2 через звездочку 4 и мультипликатор с гидроцилиндром. При ходе штока гидроцилиндра, равном 180 мм, мультипликатор обеспечивает ход каретки до 1500 мм. Управление станком осуществляется с пульта управления 5. При работе заготовку базируют по направляющей линейке на столе каретки и фиксируют прижимом.

При подаче пила 8 выравнивает торец заготовки (рис. 86, б), проушечный диск 9 формирует проушину (рис. 86, в), а фрезы 10 и 11 обрабатывают наружные поверхности шипов и их заплечиков (рис. 86, г). Затем каретку возвращают в исходное положение, заготовку перебазируют другим концом и снова нарезают шипы. На обоих концах детали получаются одинаковые шипы (см. рис 86, г).

Для сборки рамочной конструкции необходимы еще детали с шипами на обоих концах по форме рис. 85, д. Такие шипы можно получить, используя только пилу 8 и проушечный диск 9 станка. Для обработки прямых и клиновых ящичных шипов используют шипорезный станок ШПА40, ШПК40.

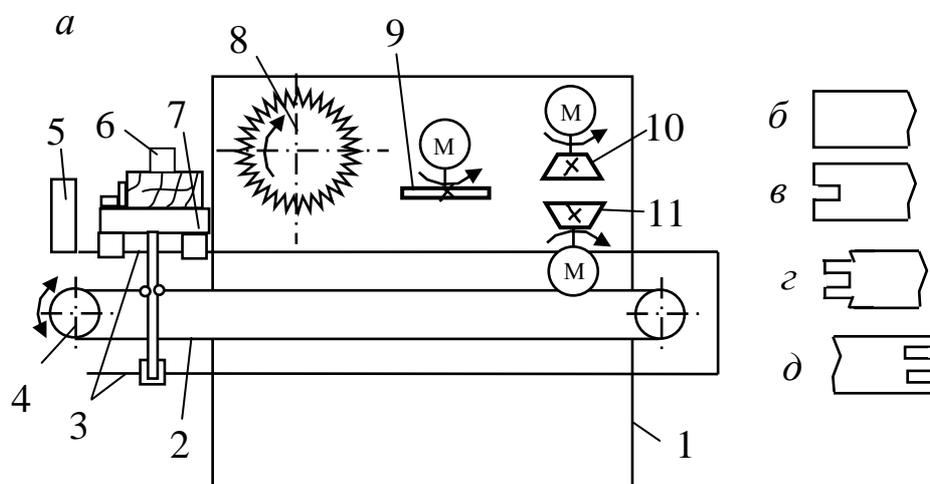


Рис. 86. Односторонний рамный шипорезный станок ШО15Г-5: а – технологическая схема; б – заготовка после обработки пилой; в – заготовка после обработки проушечным диском; г – готовые концы детали; д –

**Наладка шипорезных станков.** Наладка делается следующим образом.

1. Устанавливают режущий инструмент (торцовую пилу, проушечный диск, шипорезные головки).
2. На каретке устанавливают упорную линейку перпендикулярно направлению перемещения заготовки.
3. Положение шпинделей с режущим инструментом настраивают по эталонному образцу, изготовленному из древесины твердых пород.
4. Регулируют прижимы, их опорные поверхности в рабочем положении должны располагаться на 2 - 3 мм ниже верхней поверхности заготовки.
5. Регулируют положение конечных выключателей, ограничивающих ход каретки.
6. Устанавливают необходимую скорость подачи.
7. Проверяют работу станка с пропуском пробных деталей и контролем их размеров.

Непараллельность расположения шипа и проушины по отношению к базовой поверхности бруска должна быть не более 0,1 мм на длине 100 мм.

#### Технические характеристики шипорезных станков

	ШО16-4	ШД10-8	ШД16-8	ШПК40
Наибольшее сечение обрабатываемой заготовки (ширина × толщина), мм: ...	400×160	200×80	200×160	250×100
Размеры прямого шипа, мм:				
длина наибольшая .....	160	100	160	50
толщина наименьшая .....	40	6	10	-
Длина клинового шипа, мм .....	-	-	-	10
Частота вращения головок, мин <sup>-1</sup> .....	3000	3000	3000	3000
Скорость подачи бесступенчатая, м/мин .....	2,5-15	1,5-16	1,5-16	1-6
Количество электродвигателей .....	5	10	10	
Мощность электродвигателей, кВт:				
пильной головки .....	3,0	-	-	-
фрезерных головок .....	2,2	-	-	11
проушечной головки .....	4,0	-	-	-
гидропривода .....	1,1	-	-	1,1
Общая установленная мощность, кВт	10,3	21,2	24,8	12,1
Габариты (длина × ширина × высота), мм .....	2000×1450×1450	3500×3080×1480	4270×3080×1435	880×1020×1300
Масса, кг .....	1100	3550	4350	800

## Контрольные вопросы и задания

1. Расскажите о назначении станков фуговальных, рейсмусовых, четырехсторонних продольно-фрезерных, фрезерных, шипорезных. Назовите марки этих станков.
2. Как отличить фуговальный станок от рейсмусового?
3. Приведите определения понятий фугования и рейсмусования.
4. Как обрабатывают криволинейную поверхность на фрезерном станке?
5. На каких станках можно нарезать шипы? Назовите их марки.

## 8. Сверлильные и сверлильно-фрезерные станки

Сверлильные и сверлильно-фрезерные станки предназначены для обработки отверстий, гнезд и пазов для шиповых соединений, установки шурупов, винтов, мебельной фурнитуры и др.

Станки бывают вертикальные и горизонтальные, одно- и многошпиндельные, с ручной и механической подачей. Многошпиндельные станки, предназначенные для обработки отверстий под круглые шипы, называют присадочными.

**Вертикальные сверлильно-фрезерные станки.** На рис. 87 показан сверлильно-фрезерный станок СвП-2. На станке можно обработать отверстия и пазы. Для этого на шпинделе станка в патроне закрепляют соответственно сверло или концевую фрезу. Отсюда и произошло название станка "сверлильно-фрезерный" или "сверлильно-пазовальный".

Станок включает станину 1 с колонкой, на которой смонтирован кронштейн 3 со столом 9. Кронштейн с помощью зубчато-реечной передачи может перемещаться по высоте.

На колонке расположен также верхний кронштейн с электродвигателем 5 и шпинделем 6. На шпинделе в патроне 8 закрепляется режущий инструмент.

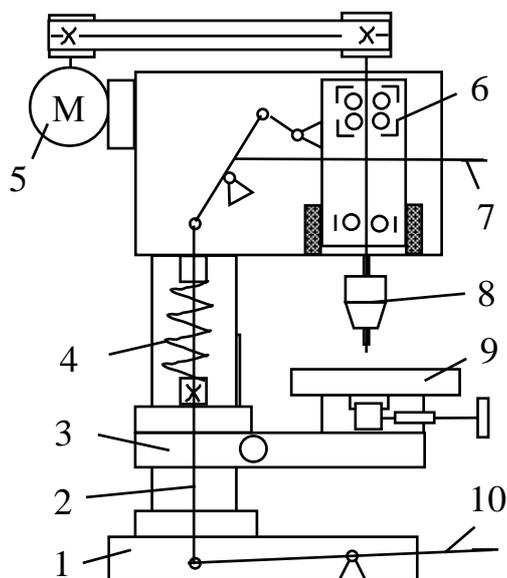


Рис. 87. Сверлильно-фрезерный станок

Пиноль шпинделя

шарнирно соединена с системой рычагов 2 с педалью 10 и рукояткой 7 и может перемещаться в вертикальном направлении. Возврат шпинделя в исходное положение производится пружиной 4.

**Станок СВА-3.** Станок вертикальный сверлильно-пазовальный с механической подачей предназначен для сверления отверстий, растачивания отверстий большого диаметра, фрезерования прямых и фасонных пазов, фрезерования по контуру. Станок может быть использован для сверления отверстий в мягком металле.

Горизонтальные сверлильно-фрезерные станки. По конструктивному исполнению различают станки одношпиндельные и многошпиндельные, односторонние и двусторонние. На рис. 88 изображен двусторонний одношпиндельный горизонтальный сверлильно-фрезерный станок.

Рабочий шпиндель 3 станка с патронами для крепления сверл (или концевых фрез) соединен ременной передачей с валом электродвигателя 1. При этом корпус шпинделя установлен на суппорте с возможностью прямолинейно-поперечного возвратно-поступательного перемещения в горизонтальной плоскости с помощью шатуна 8.

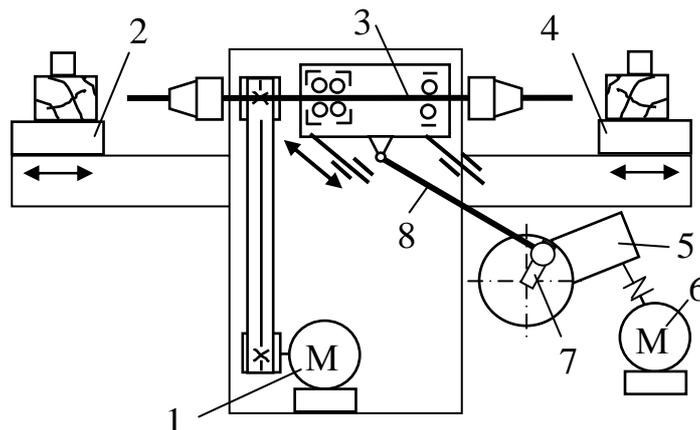


Рис. 88. Схема горизонтального двустороннего сверлильно-фрезерного станка

Вместо суппорта возможны другие конструктивные исполнения, обеспечивающие подобные перемещения шпинделя. Шатун 8 соединен шарнирно с кривошипом 7, длина которого может регулироваться при настройке станка. Кривошип закреплен на валу редуктора 5, соединенного с электродвигателем 6. Кривошипно-шатунный механизм станка с регулируемым кривошипом обеспечивает возвратно-поступательное перемещение шпинделя с заданной амплитудой.

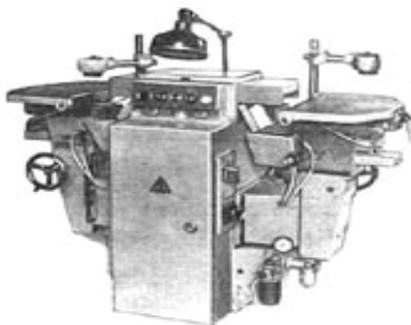


Рис. 89. Станок сверлильно-пазовальный СвПГ-2А

По обе стороны шпинделя на станине станка расположены столы 2 и 4, на которых базируются обрабатываемые заготовки. Столы могут выполнять движения подачи с помощью, например, гидроцилиндров (рис. 89).

В настоящее время в деревообрабатывающей промышленности используются

горизонтальные сверлильно-фрезерные станки СвПГ-2А, СвПГ-1И (с цанговым креплением сверла), СвПГ-1П (патронный), СвПА-2.

**Технические характеристики  
сверлильно-пазовальных станков**

	СВПГ-2А	СВПГ-1И	СХ90 (Италия)
Максимальный диаметр высверливаемого отверстия, мм .....	30	30	20
Ширина фрезеруемого паза не более, мм	100	125	100
Глубина высверливаемого отверстия (фрезеруемого паза) не более, мм .....	100	90	150
Длина фрезеруемого паза не более, мм .....	200	125	150
Частота вращения шпинделя, мин <sup>-1</sup> .....	12000	6000	2800
Мощность электродвигателя, кВт .....	2,0	1,5	2,25

**Присадочные станки.** Сверлильно-присадочные (многошпиндельные) станки предназначены для сверления отверстий в пласти и кромках щитовых деталей.

На рис. 90 приведен сверлильно-присадочный станок ALFA 21Т (Италия), предназначенный для обработки отверстий в кромках щитов.

На столе станка установлено две направляющих линейки, которые базируют обрабатываемый щит относительно горизонтально расположенных сверлильных шпинделей. Для прижима щита на столе используются гидropriжимы.



Рис. 90. Сверлильно-присадочный станок

На станке можно установить 21 сверлильный шпиндель с минимальным шагом или кратным по 32 мм. Частота вращения шпинделей равна 2800 мин<sup>-1</sup>, мощность механизма главного движения 1,85 кВт. Максимальная глубина сверления равна 80 мм.

Стол станка установлен на двухкоординатном суппорте с возможностью вертикального настроечного и горизонтального рабочего перемещений. Горизонтальное перемещение обеспечивается гидроцилиндром, который управляется педалью.

### Технические характеристики сверлильных и присадочных станков

	СвА-3	СГВП-1А	СГВП-3
Диаметр высверливаемого отверстия, мм	3-50	6-30	4-35
Размеры обрабатываемых щитов, мм .....	-	(350-2000)× (220-850) × (16-25)	(350-2000)× (220-900) × (10-25)
Расстояние между осями шпинделей, мм	-	32	32
Частота вращения шпинделя, мин <sup>-1</sup> .....	8000	2850	2850
Количество шпинделей в сверлильном агрегате .....	1	21	18-21
Количество сверлильных агрегатов:			
горизонтальных .....		2	2
вертикальных .....	1	4	4
Скорость подачи, м/мин .....	6	1,5-3,0	1,5-5,0
Общая установленная мощность, кВт .....	1,6; 2,2; 2,8	25,15	18
Габаритные размеры, мм .....	1510× 550×1825	8500× 5000×2300	2220× 5560×2150
Масса, кг .....	590	9000	9800

**Наладка сверлильных и сверлильно-фрезерных станков.** При наладке выполняются работы в следующем порядке.

1. Подбирают необходимые сверла или концевые фрезы и устанавливают их в цанговые или кулачковые патроны шпинделей станка. Инструмент устанавливают в те шпиндели, которые обеспечивают заданный размер между отверстиями.

2. Настраивают амплитуду колебания шпинделей для получения заданной длины паза.

3. Стол поднимают по высоте на заданный размер. Направляющая линейка устанавливается так, чтобы расстояние от боковой кромки до первого отверстия равнялось заданному. Регулируют положение прижимов. Регулируют величину скорости подачи.

4. Обрабатывают пробные детали. Отклонение перпендикулярности оси отверстия к базовой поверхности заготовки допускается не более 0,15 мм на длине 100 мм.

## 9. Долбежные станки

Долбежные станки используются при выработке сквозных и несквозных гнезд прямоугольного сечения. Для их формирования в качестве режущего инструмента чаще всего используют фрезерную цепочку или гнездовую фрезу. Для выполнения долбежных работ отечественная промышленность выпускает станки ДЦА и агрегатные головки ДАГ.

**Цепнодолбежный станок.** Станок (рис. 91) состоит из станины, в верхней части которой в вертикальных направляющих смонтирован суппорт 6 механизма главного движения.

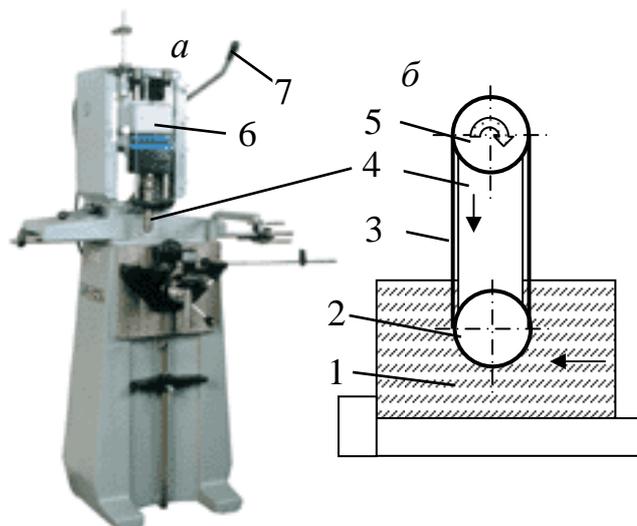


Рис. 91. Станок цепнодолбежный:  
*a* – общий вид; *б* – схема обработки паза

На суппорте установлен электродвигатель и направляющая планка 4 с натяжным роликом 2. На валу электродвигателя закреплена четырехзубая звездочка 5. На звездочку, планку и ролик надета фрезерная цепочка 3. Суппорт 6 с механизмом

главного движения с помощью рукоятки 7 может опускаться и подниматься.

Ниже механизма главного движения на станине установлен двухкоординатный суппорт со столом, на котором базируется по линейке и упорам и фиксируется зажимами заготовка.

При работе с помощью рукоятки 7 суппорт 6 опускают вниз. Фрезерная цепочка 3, натянутая роликом 2, врезается на заданную глубину в заготовку 1. После этого стол с заготовкой перемещают в горизонтальном направлении и получают заданную длину прямоугольного паза.

Современные цепнодолбежные станки имеют гидравлический привод суппорта 6 и надвигания заготовки. Стол делают поворотным на угол до  $45^\circ$  вокруг продольной оси.

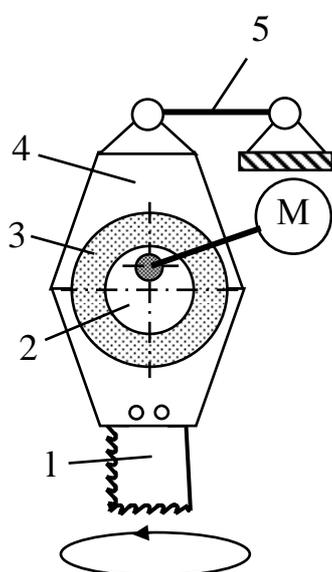


Рис. 92. Долбежная головка

#### Долбежная агрегатная головка

Головка предназначена для обработки узких прямоугольных гнезд под дверные петли шириной 1,6 – 4,0 мм [12]. В корпусе 4 головки (рис. 92) закреплен шариковый подшипник 3, во внутреннем кольце которого установлен диск 2, эксцентрично посаженный на вал электродвигателя. Кроме того, корпус шарнирно соединен тягой 5 с неподвижной стойкой, и на нем закреплен режущий инструмент в виде долбяка (гнездовой фрезы) 1. При вращении вала электродвигателя долбяк

выполняет плоское движение по траектории эллипса. Внедряясь в древесину, зубья долбяка формируют прямоугольный паз.

Головка обычно встраивается в долбежный станок. Она монтируется на суппорте с возможностью надвигания долбяка в древесину и наклона плоскости долбяка к горизонтальной плоскости на угол до  $45^\circ$ .

**Наладка долбежных станков.** Наладка производится так.

1. В зависимости от размеров гнезда выбирают и устанавливают режущую головку. Регулируют натяжение фрезерной

цепочки. Цепь натянута правильно, если при ее оттягивании от направляющей планки в средней части образуется зазор 6 – 8 мм.

2. Стол поднимают так, чтобы расстояние от фрезерной головки до верхней поверхности заготовки равнялось 20 мм.

3. Регулируют величину хода суппорта  $H$ . При обработке сквозных отверстий  $H = h + 0,5L + 20$ , где  $h$  – глубина гнезда (высота заготовки), мм;  $L$  – длина гнезда, мм.

4. Для обработки удлиненных гнезд устанавливают откидные упоры, ограничивающие ход стола соответственно длине гнезда.

5. Для предотвращения сколов в зоне выхода фрезерной цепи под заготовку подкладывают деревянный подпор.

6. Скорость подачи назначают в зависимости от размеров обрабатываемого гнезда (0,5 – 4,0 м/мин).

7. Проверяют работу станка на холостом ходу. Обрабатывают пробные детали. Допускаемое отклонение по ширине гнезда – 0,2 мм на 100 мм длины; отклонение от перпендикулярности гнезда к базовой поверхности – не более 0,2 мм на 100 мм длины. Шероховатость поверхности – не более 200 мкм.

### Технические характеристики долбежных станков

	ДЦА-3	ДАГ-4
Глубина гнезда, мм .....	160	70
Скорость подачи, м/мин .....	0,5; 4	0,15
Диаметр инструмента, мм .....	8-25	1-16
Частота вращения, мин <sup>-1</sup> .....	3000	3000
Мощность электродвигателя, кВт .....	4,2	0,8
Габаритные размеры, мм .....	1400×935×1650	-
Масса, кг .....	650	30

## 10. Токарные станки

Токарные станки предназначены для обработки деталей формой тел вращения. В зависимости от способа базирования заготовки различают станки центровые, лобовые и бесцентровые.

**В центровых станках** (ТП40-1, ТС40-1, ТС63-1) заготовка зажимается в центрах и вращается. Поддачи поперечная и продольная могут быть ручными, когда резец в виде стамески перемещается, опираясь на подручник (линейку). Поперечная и продольная поддачи могут выполняться также с помощью суппорта вручную и механически.

**В лобовых станках** обрабатываются дисковые детали диаметром до 2 - 4 м для модельного производства. Заготовка в виде склеенного щита крепится на планшайбе винтами и вращается. Резец перемещается относительно оси вращения планшайбы поперечно и продольно суппортом вручную или механически.

**Универсальные токарные станки** для обработки древесины предназначены для выполнения разнообразных токарных работ:



Рис. 93. Токарный станок ТК20

- ручного точения цилиндрических и фасонных поверхностей в центрах;
- ручного торцевого точения на планшайбе;
- точения с помощью суппорта;
- точения цилиндрических и фасонных поверхностей по копиру.

Универсальный токарный станок ТК20 (рис. 93) имеет литую сборную конструкцию, оснащен

электродинамическим торможением, устройством для снятия и натяжения ремней. Суппорт снабжен винтовым механизмом подачи резца. Станок оснащен трехкулачковым патроном, планшайбой, задней бабкой и копировальным устройством с

зажимами для плоского и объемного копира. Станок применяется в единичном и мелкосерийном производстве при изготовлении мебельных и строительных деталей, спортивного инвентаря, изделий и заготовок народных промыслов

**В бесцентровых (круглопалочных) станках** (КПА20, КПА50, КПФ50) режущие ножи крепятся в полый ножевой головке. Режущие кромки ножей повернуты к оси вращения ножевой головки. Заготовка с помощью вальцового механизма подачи проносится через полость вращающейся ножевой головки. На выходе образуется деталь цилиндрической или конической формы.

### Технические характеристики токарных и круглопалочных станков

	ТП40-1	ТС200	ТДС-2	КПА50-2
Диаметр детали, мм, не более:				
над станиной .....	400	-	400	8-50
над суппортом .....	250	-	320	
над подручником в выемке				
станины .....	700	200	-	-
на планшайбе .....	-	300	-	-
Длина обрабатываемой детали, максимальная, мм:				
без копировального устройства	1600	800	1000	-
с копировальным устройством	-	-	860	-
Перемещение суппорта, мм:				
продольное .....	-	800	-	-
поперечное .....	-	60	-	-
Частота вращения шпинделя, мин <sup>-1</sup>	250-2500	580-3500	10-47,5	4500
Скорость подачи, м/мин .....	-	-	-	4; 8; 20
Общая установленная мощность, кВт .....	1,7; 2,0; 2,4	1,5	0,55	8,6
Габаритные размеры, мм .....	2850× 850× 1500	1500 700 1210	1740× 800× 510	1000× 500× 1140
Масса, кг .....	650	300	170	440

**Наладка токарных станков.** Наладка выполняется так.

1. Выбирают резец. На станках с механической подачей резец закрепляют в резцедержателе.

2. Заготовку закрепляют в центрах или в патроне, или на планшайбе.

3. При ручной подаче подручник устанавливают по возможности ближе к обрабатываемой поверхности на уровне осей центров.

4. Регулируют величину скорости главного движения, которую принимают равной 10 – 12 м/с при обработке мягкой древесины и 0,5 – 3,0 м/с для твердой древесины.

5. Регулируют скорость подачи. Продольная подача назначается равной при черновом точении 1,6 – 2 мм/об, при чистовом – не более 0,8 мм/об, при поперечном точении подача на один оборот шпинделя принимается не более 1,2 мм/об.

6. Работу станка проверяют на холостом ходу, затем обрабатывают пробные детали.

## 11. Шлифовальные станки

Шлифовальные станки предназначены для зачистки, повышения гладкости обработанных поверхностей деталей. В качестве режущего инструмента на станках используется в основном шлифовальная шкурка.

Различают четыре типа шлифовальных станков: узко-, широколенточные, цилиндровые и дисковые.

**Узколенточные шлифовальные станки.** В узколенточных станках используется шлифовальная лента шириной 80 - 300 мм.

На станине 1 станка (рис. 94) установлены приводной от электродвигателя шкив 4 и натяжной шкив 9. На шкивы надета клеенная непрерывная лента 5 из шлифовальной шкурки. Между ветвями ленты расположена направляющая 8, на которую надета с возможностью свободного перемещения втулка с утюжком 6 и рукояткой 7. Утюжок имеет длину 200 - 250 мм и ширину до 100 мм. Поверхность утюжка обтянута войлоком.

Шкивы некоторых станков снабжены бобинами, предназначенными для шлифования кромок деталей. Поверхность бобины эластична.

Под нижней ветвью шлифовальной ленты расположен подвижный стол 3, установленный роликовыми опорами на направляющие 2.

При работе обрабатываемую деталь кладут на стол. Перемещая одной рукой стол, а другой с помощью рукоятки 7 передвигая и надавливая утюжок 6, можно шлифовать любой участок верхней поверхности детали.

В настоящее время в деревообрабатывающей промышленности применяются шлифовальные станки с подвижным столом моделей ШЛПС-7, ШЛПС-6М, ШЛПС-8М, ШЛПС-9 и др.

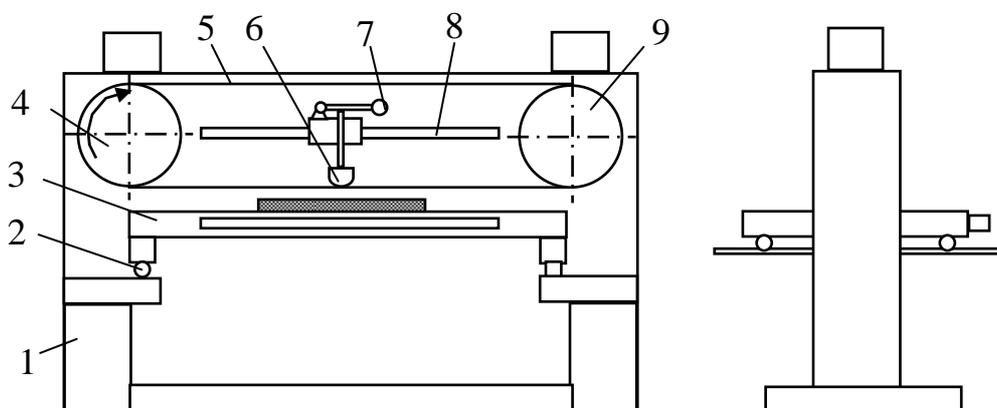


Рис. 94. Шлифовальный станок с подвижным столом

**Широколенточные шлифовальные станки.** Широколенточные шлифовальные станки (ШЛК-8) отличаются более высокой производительностью, высокой стойкостью шкурки, обеспечивают получение деталей более высокого качества и точности. Предназначены они для обработки щитовых и плитных материалов шириной до 1000 - 1500 мм при механической вальцовой или конвейерной подаче со скоростью 5 - 30 м/мин.

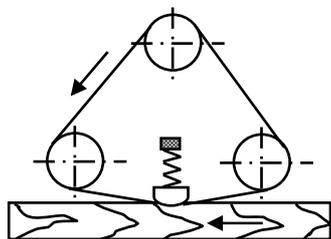


Рис. 95. Схема широколенточного

шлифовального станка. Шлифовальная бесконечная лента надевается на шкивы и прижимается к обрабатываемой детали длинным поперечным утюжком (рис. 95).

**Цилиндровые шлифовальные станки.** В цилиндрических шлифовальных станках ШлЗЦ12-2, ШлЗЦ19-1 шлифовальная лента надета на поверхности трех цилиндров. Подача обрабатываемых деталей конвейерная.

**Дисковые шлифовальные станки.** В дисковом шлифовальном станке шлифовальная шкурка крепится на одном или двух дисках, а заготовка базируется на столе. Станки снабжаются еще бобиной (шлифовальным барабаном) для обработки криволинейных поверхностей. Такие станки выпускаются с маркой ШлДБ-4, ШлДБ-6М.

На станке ШлДБ-6М (рис. 96) можно шлифовать плоские поверхности деталей диском и выпукло-вогнутые поверхности – вертикальной эластичной бобиной.



Рис. 96. Шлифовальный станок ШлДБ-6М

Диаметр рабочей зоны шлифовального диска равен 750 мм. Столы станка могут наклоняться к плоскости диска на угол  $-30^\circ - +45^\circ$  и к вертикальной оси бобины – на  $\pm 30^\circ$ . Скорость резания шлифовального диска диаметром 750 мм равна 35 м/с. На станке установлено два электродвигателя общей мощностью 4,5 кВт.

Дисковые шлифовальные станки имеют ручную подачу и предназначены для чернового шлифования деталей.

**Наладка ленточных шлифовальных станков.** При наладке выполняют следующие операции.

1. Шлифовальную ленту натягивают так, чтобы при легком нажиме она прогибалась на 20 – 30 мм.
2. Стол станка поднимают так, чтобы зазор между заготовкой и нижней ветвью ленты равнялся 20 – 30 мм.

## Технические характеристики шлифовальных станков

	ШлПС-6М	ШлПС-8М	ШлПС "Комби"	ШлПФД- 900
Размеры обрабатываемой детали, мм:				
длина .....	3000	не ограниче- на	не ограни- чена	не ограни- чена
ширина .....	1000	1000	1000	900
толщина .....	300	300	300	100
Размер шлифовальной ленты, мм ....	6700×100	6700×160	7030×160	-
Шлифовальная головка (бобина):				
диаметр лепесткового круга, мм	-	300	300	-
частота вращения, мин <sup>-1</sup> .....	-	700; 900	700; 900	-
Количество шлифовальных барабанов	-	-	-	2
Частота вращения барабанов, мин <sup>-1</sup>	-	-	-	400-1200
Скорость транспортера, м/мин .....	-	-	-	5; 8
Общая установленная мощность, кВт	2,2	2,9	2,9	4,5
Габаритные размеры, мм .....	3500× 1500× 1500	3500× 1500× 1500	3500× 1500× 1500	-
Масса, кг .....	450	450	450	700

## Контрольные вопросы и задания

1. Какие станки называются присадочными?
2. Назовите основные элементы вертикальных и горизонтальных сверлильно-фрезерных станков. Почему эти станки называют сверлильно-фрезерными?
3. Дайте характеристику центровых, лобовых и бесцентровых токарных станков.
4. Дайте характеристику узкоколенточных, ширококоленточных, цилиндрических и дисковых шлифовальных станков.

## 12. Станки с ЧПУ

### 12.1. Примеры выполнения станков с ЧПУ

**Станок с числовым программным управлением (ЧПУ) представляет собой машину, обеспечивающую точное автоматическое перемещение рабочих органов (режущего инструмента, базовых линеек, упоров и т.д.) по управляющей электронной программе.**

### 12.1.1. Токарный автомат

Примером станка с ЧПУ может быть токарно-копировальный автомат, созданный для точения деталей сложного профиля. На таком станке взамен механического копира устанавливается система ЧПУ, которая управляет продольной и поперечной подачей суппорта с резцом (рис. 97). При этом программируют и другие параметры обработки: скорость подачи, скорость вращения детали и т. д. Программа вводится в компьютер, который управляет перемещением рабочих органов станка.



Рис. 97. Токарно-копировальный станок с ЧПУ

Средний цикл обработки точеных деталей на автоматических станках составляет всего 35-50 с. Поэтому для снижения потерь времени на установку заготовок большинство токарно-копировальных станков оснащается за-

грузочными магазинами. После обработки деталь автоматически освобождается из центров и падает вниз по наклонному спуску.

С использованием токарных автоматов с ЧПУ повышается производительность и точность размеров деталей. Кроме того, снижаются затраты на изготовление металлических копиров. Станок выполняет свою обычную функцию точения деталей, но его рабочие органы действуют по программе.

### 12.1.2. Форматный станок Holz-Her (Германия)

Станок разработан для форматного раскроя ДСП, фанеры, облицованных и пластиковых плитных материалов (рис. 98).

На станине станка закреплены столы 1 и 2 с шариковыми опорами на воздушной подушке и роликовые шины 6. По ним загружается в зону раскроя одна плита или пакет плит и продвигается до упоров 5. Упоры, управляемые компьютером 3,

перемещаются на заданную величину и подают плиты обратно на столы 1. Пакет плит прижимается поперечной балкой.

Пильный блок, состоящий из основной пилы диаметром 350 мм, работающей с частотой  $4100 \text{ мин}^{-1}$ , и подрезающей нижней пилы диаметром 180 мм, работающей с частотой  $6500 \text{ мин}^{-1}$ , перемещается по направляющим поперек пакета со скоростью подачи до 100 м/мин и распиливает его. Затем пильный блок опускается и возвращается в исходное положение на позицию 7.

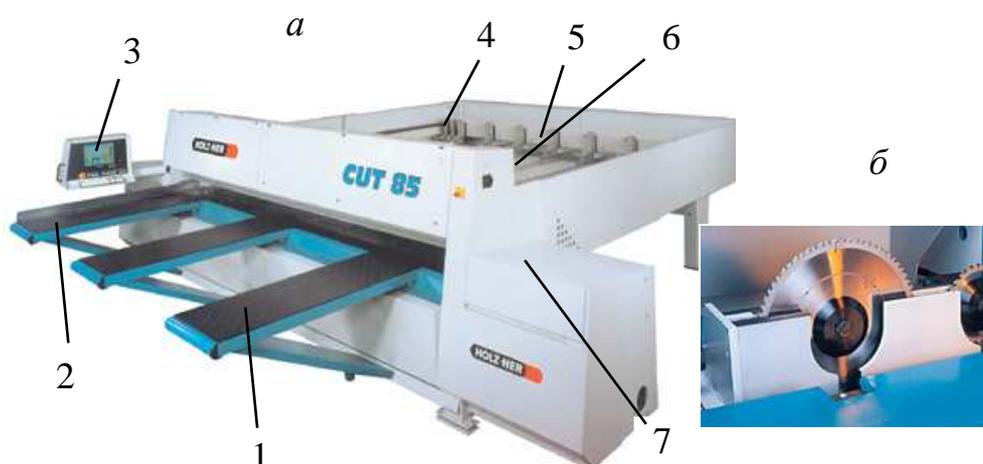


Рис. 98. Форматный станок с ЧПУ для распиливания плитных материалов: *a* – общий вид; *б* – пильный суппорт

Отпиленная часть со стола 1 перекладывается вручную на стол 2 и вдоль боковой направляющей линейки подается до упоров 4, которые по программе подают ее в сторону стола 2 на заданную величину. Пильный блок отпиливает первую заготовку, затем вторую и т.д. Затем упоры 5 снова подают пакет на стол 1 со скоростью до 80 м/мин. Плиты зажимаются и снова распиливаются.

Таким образом, с использованием управляемых упоров 4 и 5 осуществляется оптимизация раскроя плитных материалов на заготовки.

### 12.1.3. Копировально-фрезерный станок "Каменя"

В настоящее время наблюдается увеличение производства так называемой художественной мебели с наличием элементов украшения в виде резных филенок, рельефов, барельефов, профильных погонажных деталей, различных художественных обработок фасада. Такая художественная мебель в настоящее время пользуется у населения повышенным спросом и может изготавливаться только на станках с программным управлением.

Научно-производственная фирма Семил (г. Ижевск) выпускает станки для фрезерования, гравирования и координатного сверления заготовок из древесины, плит МДФ и пластиков концевыми фрезами по рабочей программе, составленной на персональном компьютере, входящем в состав станка (рис. 99,а). Примеры обработанных деталей приведены на рис. 99,б.



Рис. 99. Копировально-фрезерный станок "Каменя"

На станине станка смонтирован трехкоординатный суппорт, который с помощью шаговых электродвигателей может перемещаться по направляющим в направлении координат  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ . На суппорте установлен шпиндель с концевой фрезой диаметром 8 - 12 мм. Шпиндель приводится в движение коллекторным электродвигателем мощностью 1,85 кВт. Частота вращения шпинделя – 9000 - 23000 мин<sup>-1</sup>. Суппорт снабжен ограждением и приемником стружки и пыли, который подключается к пылесосу.

На столе станка помещаются заготовки размером до 2600×1100×80 мм. Заготовки позиционируются на столе механически или вакуумным зажимом.

Управление станком осуществляется по рабочей программе, которая вводится в компьютер. Участие человека необходимо только при смене заготовки и смене режущего инструмента.

#### 12.1.4. Станки для производства окон

Для изготовления деталей оконных блоков из древесины выпускается группа станков LGC - 1000.

Группа состоит из двух станков: шипорезного (справа) и профилирующего станка (рис. 100).

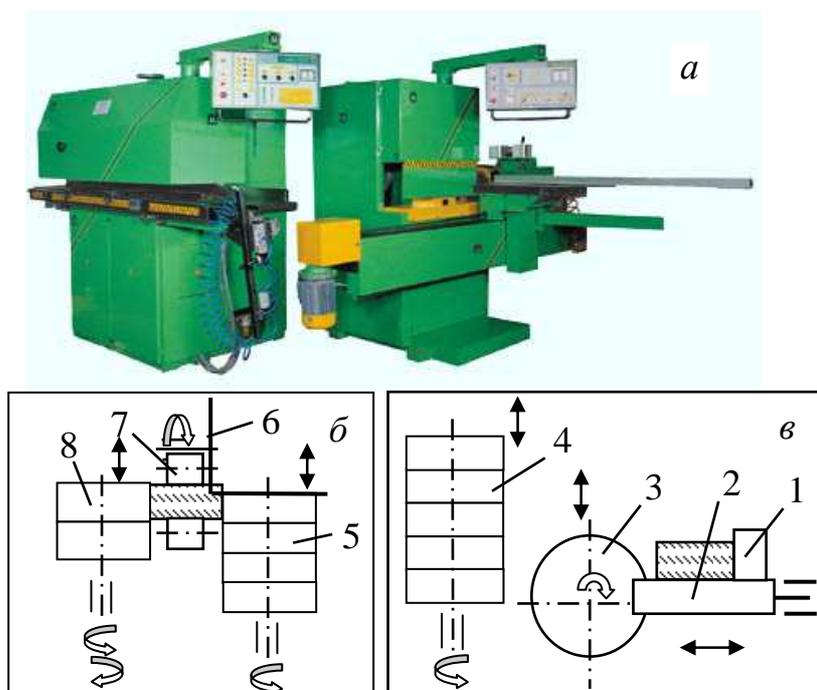


Рис. 100. Станки для производства оконных блоков:  
 а – общий вид; б – схема профилирующего станка;  
 в – схема шипорезного станка

*Шипорезный станок предназначен* для оторцовки калиброванных по сечению заготовок, используемых для изготовления окон и нарезания шипов. На станке установлены торцовочный узел 3 и многопозиционный шпиндель 4 с приводом. Рабочая часть шпинделя имеет длину 360 мм и на нее посажено 5 фрез,

необходимых для шипорезных работ. Шпиндель может перемещаться по высоте таким образом, что каждый раз в зоне резания оказывается та фреза, которая соответствует заданному профилю шипов.

Торцовочный узел с установленной дисковой пилой торцует заготовки в размер.

Станок снабжен шипорезной кареткой 2 с механической подачей, которая перемещается по горизонтальным направляющим со скоростью 2 – 35 м/мин. На каретке установлены поворотная линейка 1 и пневматический прижим для базирования и фиксации заготовок при обработке. Линейка может автоматически поворачиваться на столе каретки на угол  $\pm 60^\circ$ , что дает возможность обрабатывать детали окон, имеющих форму треугольника, трапеции и т.д.

В целях обеспечения безопасной работы на станке имеется ограждение режущего инструмента.

***Профилирующий станок предназначен*** для фрезерования внутреннего и внешнего профиля деталей коробок и створок, а также наружного профиля собранных коробок и створок евро-окон.

На станке установлены два фрезерных шпинделя, перемещающихся по высоте - многопозиционный (основной) 5 и двухпозиционный 8, а также пильный узел 6 для вырезки штапика.

На многопозиционном шпинделе 5 установлено пять комплектов режущих инструментов для обработки внутренних профилей деталей окон и наружного профилирования створок и коробок после сборки. На двухпозиционном шпинделе 8 установлено две фрезы, одна из которых работает встречно, а другая попутно. Это достигается путем изменения направления вращения шпинделя и сделано с целью устранения сколов материала на конце заготовки. Оба шпинделя устанавливаются в требуемое положение по командам с пульта управления.

В пильном узле устанавливается инструмент, предназначенный для выпиливания штапика во время обработки внутреннего профиля створки.

На столе станка установлена направляющая линейка, предназначенная для базирования заготовок. Для подачи обрабатываемых деталей в зону обработки служит механизм подачи в виде десяти обрешиненных роликов диаметром 110 мм. Скорость подачи регулируется в диапазоне 3 – 15 м/мин.

*Работа на обрабатывающем центре* выполняется следующим образом. Оператор находится перед станком и устанавливает две оконных детали на стол шипорезной каретки. На торцах вертикальных калиброванных брусков нарезаются два разных шипа – верхний и нижний. Оператор задает селектором программу для шипорезной обработки и изготавливает верхние шипы. Во время ручной перестановки заготовок автоматически в зону резания поднимается другая фреза для изготовления нижних шипов. Включается привод каретки, заготовки подаются на фрезу, и получаются вторые шипы.

Когда заготовки возвращаются, оператор подает первую заготовку в подающие вальцы станка профильной обработки (на второй станок). При продольной подаче в станке происходит обработка бруска с внешней и внутренней стороне.

Внешняя обработка бруска выполняется шпинделем 8. Внутренняя обработка производится основным шпинделем 5 профильной обработки. При этом с бруска отпиливается штапик.

На станке профильной обработки можно фрезеровать поверхность рам и створок после сборки по периметру.

Управление работой осуществляется оператором и системой ЧПУ с использованием управляющей программы.

## 12.2. Система ЧПУ

В последние годы станки с ЧПУ становятся весьма популярными. Они имеют много преимуществ.

Производство с использованием станков с ЧПУ переходит на более высокий уровень автоматизации. При работе на них вмешательство станочника в процесс изготовления детали может быть исключено или сведено к минимуму.

Применение технологии ЧПУ повышает точность изготовления детали, повышает надежность оборудования. Это означает, что однажды отлаженная управляющая программа может быть использована на станке с ЧПУ для производства двух, десяти или тысячи абсолютно идентичных деталей, причем при полном соблюдении требований к точности и взаимозаменяемости.

Станки с ЧПУ отличаются гибкостью, т.е. простотой переналадки на другой технологический режим работы, и простотой настройки. Это означает, что изготовление разных деталей на станке сводится к простой замене управляющей программы. Ранее проверенная управляющая программа может быть использована любое число раз и через любые промежутки времени.

**Управление перемещением.** Основная функция любого оборудования с ЧПУ – автоматическое и точное управление движением. Любой станок с ЧПУ имеет два или более направления для движения, которые называются осями. Движение по этим осям осуществляется точно и автоматически.

У всех станков имеются две линейные оси, движение по которым осуществляется по прямому пути, и оси вращения, движение по которым выполняется по кругу. Движения выполняются столом станка или суппортом, на котором смонтированы шпиндельные головки механизма главного движения. Стол или суппорт установлены на жестких накладных стальных закаленных направляющих. Продольное перемещение обычно осуществляется безлюфтовой зубчато-реечной передачей. Поперечные перемещения выполняются шариковыми винтовыми парами, в которых винтовая поверхность гайки образована шариками.

Для выполнения указанных движений станки с ЧПУ оснащены шаговыми двигателями или сервомоторами, которые приводятся в действие системой ЧПУ, а та в свою очередь в точности исполняет команды управляющей программы.

Система ЧПУ, исполняя команды управляющей программы, посылает точное количество импульсов шаговому двигателю. Его вращение передается винту, с которым связан рабочий стол.

Стол линейно перемещается. Устройство обратной связи, расположенное на противоположном конце винта, позволяет системе ЧПУ подсчитать, на сколько градусов повернулся винт, т.е. какое число импульсов реально отработал шаговый двигатель.

### 12.3. Двигатели

В станках с ЧПУ для выполнения перемещений применяются шаговые электродвигатели.

**Шаговый двигатель – это электромеханическое устройство, преобразующее сигнал управления в угловое (или линейное) перемещение ротора с фиксацией его в заданном положении без устройства обратной связи.**

Принцип действия простейшего однофазного шагового двигателя показан на рис. 101, а. Двухполюсный ротор из магнитомягкой стали с клювообразными выступами помещен в четырехполюсный статор. Одна пара полюсов выполнена из постоянных магнитов, на другой – находится обмотка управления. Пока тока в обмотках управления нет, ротор ориентируется вдоль постоянных магнитов и удерживается около них с определенным усилием, которое определяется магнитным потоком полюсов. При подаче постоянного напряжения на обмотку управления возникает магнитный поток примерно вдвое больший, чем поток постоянных магнитов. Под действием электромагнитного усилия, создаваемого этим потоком, ротор поворачивается на  $90^\circ$ , преодолевая нагрузочный момент и момент, развиваемый постоянными магнитами, стремясь занять положение соосное с полюсами управляющей обмотки. Поворот происходит в сторону клювообразных выступов, так как магнитное сопротивление между статором и ротором в этом направлении меньше, чем в обратном. Следующий управляющий импульс отключает напряжение с обмотки управления, и ротор поворачивается под действием потока постоянных магнитов в сторону клювообразных выступов снова на  $90^\circ$ .

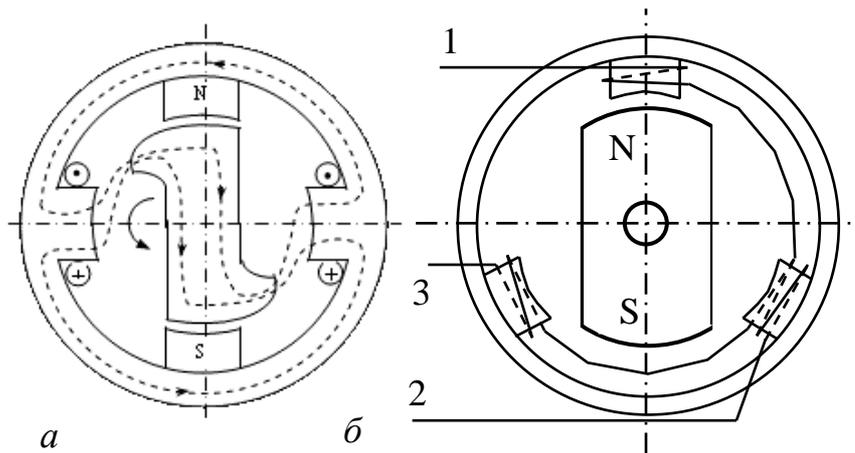


Рис. 101. Шаговый двигатель с шагом:  
 $a - 90^\circ$ ;  $b - 60^\circ$

На рис. 101, б показан реверсивный шаговый двигатель с шагом  $60^\circ$ . Его статор состоит из трех явно выраженных полюсов с обмотками, соединенными в звезду. Питание двигателя осуществляется по трем проводам, причем так, что по одному проводу подводится напряжение одной полярности, а к двум другим – напряжение противоположной полярности. При изменении порядка коммутации ротор двигателя будет вращаться в противоположную сторону.

Ротор двигателя выполнен в виде постоянного магнита. Такой ротор четко фиксируется в любом из своих устойчивых состояний, расположенных с шагом  $60^\circ$ .

Если статор электродвигателя сделать шестиполюсным, то шаг двигателя будет равен  $30^\circ$ .

Достоинством однофазных шаговых двигателей с постоянными магнитами является простота конструкции и схемы управления. Для фиксации ротора при обесточенной обмотке управления не требуется дополнительная энергия, угол поворота сохраняет свое значение и при перерывах в питании. Двигатели этого типа обрабатывают импульсы с частотой до 200-300 Гц. Их недостатки – низкий КПД и невозможность реверса.

Современные шаговые двигатели выполняются реверсивными и редукторными, они обеспечиваются различными типами электронного управления. При импульсном управлении

напряжение на обмотки подается только на время отработки шага, после чего оно снимается, и ротор удерживается в заданном положении либо реактивным моментом, либо внешним фиксирующим устройством.

Магнитоэлектрические шаговые двигатели удается выполнить с шагом до  $15^\circ$ . Редукторные (индукторные) шаговые двигатели позволяют получить шаг до долей градуса.

Пуск шагового двигателя осуществляется из неподвижного положения ротора, которое он занимает при установившихся значениях токов в обмотках, путем скачкообразного увеличения частоты управляющих импульсов от нуля до рабочей.

**Линейный двигатель** – это разновидность шагового двигателя, статор которого развернут по прямой линии. Двигатель обеспечивает быстрые и стабильно точные перемещения по прямой. Он способен выполнять частые и быстрые короткие ходы. Отсутствие износа и высокая надежность делают линейные двигатели эффективными в станках с ЧПУ, поскольку шариковинтовые передачи нередко не выдерживают интенсивного темпа работы и выходят из строя.

Линейные моторы выпускаются в виде отдельных законченных модулей: линейных осей и Z –моторов (рис. 102). Их внутренний стержень совершает при работе возвратно-поступательное прямолинейное движение.



Рис. 102. Линейные двигатели:  
а – линейная ось; б – Z - мотор

Прецизионные линейные моторы широко используются для обеспечения точного позиционирования элементов механизмов.

Линейные моторы обладают рядом существенных преимуществ по сравнению обычными электродвигателями:

- отсутствие механических связей;
- высокое ускорение;
- скорости подвижного звена достигают до 2,5 м/с;
- высокая точность позиционирования;
- магнитная подвеска исключает трение в системе, что обеспечивает высокую повторяемость позиционирования.

### Технические характеристики линейных моторов

	Линейная ось	Z - мотор
Рабочее перемещение, мм .....	200-2000	5-220
Максимальная статическая сила, Н	500	75-310
Разрешение, мкм .....	1	1
Точность позиционирования, мкм	±10	±15
Скорость, м/с .....	0,7-2,0	0,7
Максимальное ускорение, м/с <sup>2</sup> .....	20	40



Рис. 103. Сервомотор

**Сервомотор** – это разновидность шагового двигателя с небольшой инерционностью вала (рис. 103). Управляется сервомотор посредством импульсного сигнала и отличается быстродействием срабатывания. Подключается сервомотор к сервоконтроллеру, который управляет работой одного сервомотора.

Диапазон мощностей управляемого сервомотора равен 100-750 Вт, создаваемый крутящий момент при установившейся нагрузке – 0,318-2,39 Н·м, при пиковой нагрузке – 0,96 - 7,10 Н·м, напряжение питания – 200 - 230 В (однофазное).

## 12.4. Управляющая программа

**Программа – душа и сердце любого деревообрабатывающего станка с ЧПУ.** Она играет решающую роль в работе станка. От возможностей программы зависит продуктивность, результативность станка. Программа должна быть легкой в эксплуатации и работать быстро.

Работа над программой проходит в три этапа:

- на персональном компьютере делают чертеж изделия (чертеж можно получить методом сканирования);
- устанавливают путь режущего инструмента с помощью простых команд;
- программу запускают и обрабатывают пробное изделие.

**Система координат станка.** Все системы с ЧПУ позволяют программировать перемещения в прямоугольной системе координат. При этом по каждой из осей линейно перемещается стол или инструмент. Каждое деление на оси соответствует минимально возможному перемещению, равному 0,001 мм. Начальная точка (координата 0,0) называется нулевой точкой программы ("начало программы" или "ноль детали"). В начале процесса написания управляющей программы программист определяет позицию нулевой точки программы (нередко нулевая точка программы совпадает с началом системы координат).

Перемещение инструмента на 1 мм вправо от нулевой позиции программист кодирует символами X1,0. Если же необходимо движение на 1 мм вверх от начальной точки – программист пишет Y1,0. Система ЧПУ автоматически определяет – сколько раз надо вращать каждый шаговый мотор соответствующей оси, чтобы заставить инструмент или стол достичь запрограммированной точки.

Управляющая программа состоит из команд. Каждая команда составлена из слов. Каждое слово имеет одну букву адреса и число. Символ адреса (X, Y, Z, и т.д.) сообщает системе ЧПУ о смысловом значении слова, а число является значением слова. Каждое слово дает некую команду системе с ЧПУ. Программист последовательно инструктирует систему с ЧПУ о всех

необходимых операциях по управлению станком. Ниже приведен список широко употребляемых адресов слов и их значений:

O - номер программы;	R - обозначение радиуса;
N - номер кадра;	F - подача;
G - предварительная функция;	S - обороты шпинделя;
X - обозначение Оси X;	H - корректор на длину инструмента;
Y - обозначение Оси Y;	T - номер инструмента;
Z - обозначение Оси Z;	M - вспомогательная функция.

## 12.5. Система управления станков с ЧПУ

Система управления построена на основе IBM-совместимого компьютера. Упрощенно структура системы состоит из следующих элементов: из вычислительного блока (компьютер Pentium с частотой процессора не менее 200 МГц), контроллеров координат, контроллера релейной автоматики и технологического пульта, управляемого контроллером.

Вычислительный блок управления ЧПУ связан с контроллерами приводов координат. Контроллеры размещаются в непосредственной близости от приводов, что положительно сказывается на помехоустойчивости системы. Управление всеми приводами осуществляется с частотой 800 Гц. Высокая частота управления позволяет добиться высокой точности обработки.

Контроллер технологического пульта и контроллер релейной автоматики связаны с блоком управления, в результате чего вычислитель принимает информацию о состоянии органов управления технологического пульта. Контроллер релейной автоматики обеспечивает передачу данных о состоянии датчиков и обеспечивает выдачу управляющих воздействий в схему автоматики станка.

**Блок управления ЧПУ** является основным блоком системы. Он позволяет загружать и хранить управляющие программы, выполняет программы, делает расчет траектории движения с учетом технологических ограничений, принимает и передает данные контроллерам приводов для реализации функций управления, отображает технологическую информацию и состояния ЧПУ на экране дисплея.

*Контроллер координат* является локальным устройством управления приводом соответствующей координаты и выполняет следующие функции: выдает сигналы управления приводу соответствующей координаты, принимает и преобразует сигналы с датчиков положения, вычисляет текущую позицию координаты и др.

*Технологический пульт* реализует следующие функции системы: запускает и останавливает управляющие программы, регулирует линейные скорости всех приводов, переключает режим работы (ручной/автоматический), управляет сменой инструмента и др.

*Контроллер релейной автоматики* предназначен для согласования релейной автоматики контроля и управления станка с программой ЧПУ. Контроллер производит обработку сигналов аварийной сигнализации станка и обеспечивает выдачу управляющих сигналов от ЧПУ в релейную схему управления станка.

## 12.6. Смена режущего инструмента

Станки с ЧПУ снабжаются системой автоматической смены режущего инструмента. Конструктивно она выполняется по-разному. На рис. 104 такая система представлена в виде инструментального магазина, выполненного из двух независимых барабанов. В магазине хранится широкий набор инструментов, который полностью обеспечивает технологический процесс по обработке изделия.

В некоторых моделях используется тарельчатый магазин обычно с восемнадцатью инструментами. Располагается он обычно на обрабатываемом суппорте. Используется также линейный магазин, располагаемый вдоль станины спереди станка и иногда имеющий возможность перемещения за суппортом. Некоторые модели станков имеют магазин, расположенный на станине сбоку от станка.

Иногда на наиболее тяжелых моделях фрезерных обрабатывающих центров используются магазины цепного типа с семьюдесятью инструментами.

Смена режущего инструмента из магазина в режущую го-



*а*

*б*

Рис. 104. Магазин режущих инструментов:

*а* – устройство для смены инструмента; *б* – магазин

ловку производится автоматически без вмешательства оператора. Загрузка и разгрузка инструментального магазина выполняются автозагрузчиком, управляемым с пульта управления. Каждому инструменту в магазине отведена конкретная позиция, в которую он установлен.

Таким образом, станки с ЧПУ полностью избавляют пользователя от проблемы смены инструментов в процессе производства.

## 12.7. Контроль точности обработки деталей

Точность размеров обработанной детали на станке с ЧПУ зависит от жесткости станины и узлов станка, а также точности перемещений и позиционирования рабочих органов станка. Не все станки по точности изготавливаются одинаковыми. Многие из них имеют люфт в подвижных элементах. Многие узлы станка из-за трения подвержены износу, в результате чего люфт увеличивается. Люфт всегда вызывает колебания в движении

механизма. Неточность перемещений отражается на погрешностях размеров обработанной детали.

На современных станках используют два способа контроля размеров: измерение в процессе обработки детали на станке и измерение уже обработанной детали вне станка [13].

В первом случае на станок устанавливается индикатор контакта и с помощью координатной измерительной системы станка и системы ЧПУ определяются размеры детали после промежуточных проходов и после окончательной обработки.

Во втором случае обработанную деталь измеряют на отдельной измерительной позиции, подналадчике или контрольно-измерительной машине, расположенной рядом со станком. Результаты измерений передаются на ЧПУ станка для координации положения инструмента.

В условиях единичного и мелкосерийного производства, а также в производстве деталей невысокой точности применяется первый способ контроля размеров. При высокой точности размеров деталей и при массовом производстве применяется второй способ контроля точности размеров.

Управляющий контроль размеров детали позволяет устранить влияние на точность появляющихся систематических и случайных погрешностей таких, как износ и затупление режущего инструмента, температурные и упругие деформации, изменение припуска на обработку и др. При управляющем контроле за размерами брак деталей исключается вообще, так как контроль ведется непрерывно.

Для контроля размеров и формы на станок устанавливают индикатор контакта (рис. 105), который состоит из двух головок касания и блока управления. Головка 3 предназначена для контроля размеров обрабатываемой детали и снабжена сферическим или дисковым наконечником 4 и индуктивным бесконтактным приемопередающим устройством 1 и 2. Головка 5 предназначена для контроля положения режущего инструмента. Она имеет наконечник 6 с плоскими гранями и соединена кабелем 7 с блоком управления.

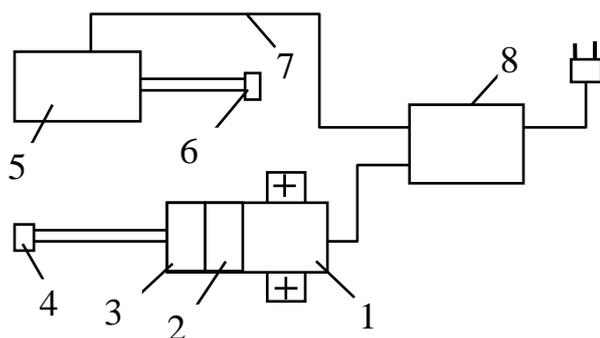


Рис. 105. Индикатор контакта

При касании наконечником головки ваемой поверхности происходит разрыв электрической цепи электроконтактного датчика головки. При отрыве наконечника от ошупываемой поверхности происходит замыкание электрической цепи.

Таким образом, отклонение наконечника по любой из трех координат вызывает разрыв электрической цепи, а возвращение в исходное положение – ее замыкание.

В момент перехода из одного состояния в другое импульсные сигналы передаются в электронный блок 8 бескабельным или кабельным способом. Электронный блок преобразует сигналы головки в выходные управляющие команды и обменивается ими с системой ЧПУ.

## Контрольные вопросы и задания

1. Дайте определение станка с ЧПУ.
2. Приведите примеры станков с ЧПУ.
3. Как работают станки для производства окон?
4. Как осуществляется управление перемещением в станках с ЧПУ?
5. Как работают роторные и линейные шаговые двигатели?
6. Как делается управляющая программа?
7. Система управления станков с ЧПУ.
8. Как меняется инструмент в станках?
9. От чего зависит точность размеров и как она контролируется?
10. Как можно переместить шпиндельный суппорт по осям X и Y?

## 12.8. Обрабатывающий центр

### 12.8.1. Общая характеристика

**Обрабатывающий центр – это многооперационный позиционный станок с системой ЧПУ, автоматической сменной режущего инструмента и выполнением максимального количества технологических операций по обработке детали с одной установки.**

Обрабатывающих центров на рынке России предлагается огромное количество. Отличаются они назначением, производительностью, оснащённостью, технологическими возможностями, размерами.

Обрабатывающие центры отличаются универсальностью. Один и тот же центр при различной комплектации обрабатывающими и вспомогательными агрегатами может иметь разнообразное применение. В деревообрабатывающей промышленности они применяются в следующих случаях:

- при форматной обрезке, профильном фрезеровании и обработке пазов и отверстий в щитовых деталях;
- при обработке деталей брусковой формы в производстве филенчатых дверей, окон, мебели, стульев и др.;
- при обработке гнутоклеевых деталей.

Обрабатывающие центры отличаются гибкостью. Они легко перенастраиваются на новое изделие. Переналадка сводится практически к замене управляющей программы, что гарантирует повторяемость изделия без каких-либо операций разметки и использования лекал. Центр позволяет оперативно выполнять любые заказы, гибко и быстро реагируя на изменение потребностей рынка без дополнительных затрат.

Основу конструкции обрабатывающего центра составляет мощная станина, выполненная в виде устойчивых к деформациям жёстких сварных конструкций. Значительный вес станины обеспечивает гашение вибраций, возникающих в процессе работы.

На станине смонтированы следующие функциональные механизмы: механизм базирования заготовки, ходовая стойка, суппорт с несколькими обрабатывающими головками, направляющие координат, магазин для сменного дереворежущего инструмента и механизм управления.

**Механизм базирования заготовки.** Механизм базирования состоит из одного или нескольких столов, а также набора консолей и упоров для закрепления и позиционирования заготовок на столе вакуумным или механическим способом. Вакуумные присоски легко перемещаются по площади стола. Их позиционирование с учетом формы и размеров заготовки выполняется с помощью лазера.

Столы обрабатывающих центров отличаются по размерам, конфигурации и способу фиксации заготовки. Для многих заготовок предъявляются особые требования для крепления. Например, на заготовки из прочных материалов при механической обработке действуют большие силы резания. Для фиксации таких заготовок на столе приходится использовать кроме вакуумных прижимных устройств дополнительные страховочные элементы. Для обработки поверхностей высокого качества требуется, чтобы механизмы фиксации были достаточно жесткими и снижали вибрацию заготовки.

В настоящее время станкостроительными фирмами разработано много конструкций столов. Например, фирма Routech поставляет станки со столами MIT, обладающими гибкой системой базирования.

Столы MIT являются системой универсального применения. Их использование позволяет свести к минимуму время переналадки приспособлений стола на базирование новых деталей. Рабочая поверхность стола гладкая, без пазов. В столе сделаны отверстия с шагом 120 мм, которые соединены с сетью вакуума. Соосно с отверстиями в столе расположены кольцевые постоянные магниты. В столе размером 1250 × 4400 установлено 360 магнитных пунктов и вакуумных соединений. Открытие и закрытие подачи вакуума в каждом пункте выполняется вручную или автоматически.

Вакуумные модули поставляются различных форм и типоразмеров. Они имеют основание из толстолистовой стали, в котором сделаны отверстия для создания вакуума на поверхности модуля. Такие модули свободно перемещаются по столу и фиксируются магнитами в заданном положении.

Заготовка для обработки кладется на модули, которые выполняют роль базовых элементов и присосок.

**Ходовая стойка с поперечным суппортом.** На станине обрабатывающего центра расположена ходовая стойка, перемещающаяся по продольным направляющим в направлении оси X со скоростью до 100 м/мин. На ходовой стойке смонтирован поперечный суппорт с возможностью перемещения в направлениях осей Y и Z, а также тарельчатый или цепной магазин.

**Поперечный суппорт** с несколькими обрабатывающими головками имеет возможность выполнять различные движения резания: пиления круглой пилой, фрезерования, сверления, шлифования и др.

Суппорт обычно оснащается следующими шпиндельными головками (рис. 106):



Рис. 106. Суппорт с режущими головками

- главный шпиндель 2 (ось C);
- пильный шпиндель 1;
- сверлильная головка 4 с набором вертикальных сверл, расположенных вдоль оси X и Y с шагом 32 мм;

– двух- или трехшпindelная горизонтальная сверлильная головка 3.

**Главный шпindel.** Шпindel, называемый осью С, имеет мощность до 12 кВт с регулируемой частотой вращения до 24000 мин<sup>-1</sup>. Он установлен на высокоточных подшипниковых опорах, имеет циркуляционное охлаждение жидкостью.



Рис. 107. Стыковочный узел оси С и фрезерного агрегата

Шпindel передает движение режущему инструменту, который с помощью полого конусного хвостовика (рис. 107) крепится на нем.

На шпинделе может быть установлена также любая агрегатная головка (рис. 107) с режущим инструментом, крепление при этом осуществляется с помощью стыковочного узла и гидравлической зажимной системы.

Корпус шпинделя с помощью цилиндрической зубчатой передачи с управляемым приводом может поворачиваться вокруг вертикальной оси С на угол

в диапазоне 0 - 360°. Это дает возможность и агрегатную головку развернуть на любой заданный угол. Поворот ее производится автоматически с высокой точностью по управляющей программе.

Использование поворота инструмента вокруг вертикальной оси существенно расширяет технологические возможности машины. Появляется возможность более производительно выполнять форматный раскрой плитных материалов, выполнять сверление отверстий в любом направлении.

**Агрегатные инструментальные головки.** На рис. 108 показаны некоторые агрегатные головки, устанавливаемые на главный шпиндель. с хвостовиками для крепления, которые передают вращение главного шпинделя непосредственно режущему инструменту.

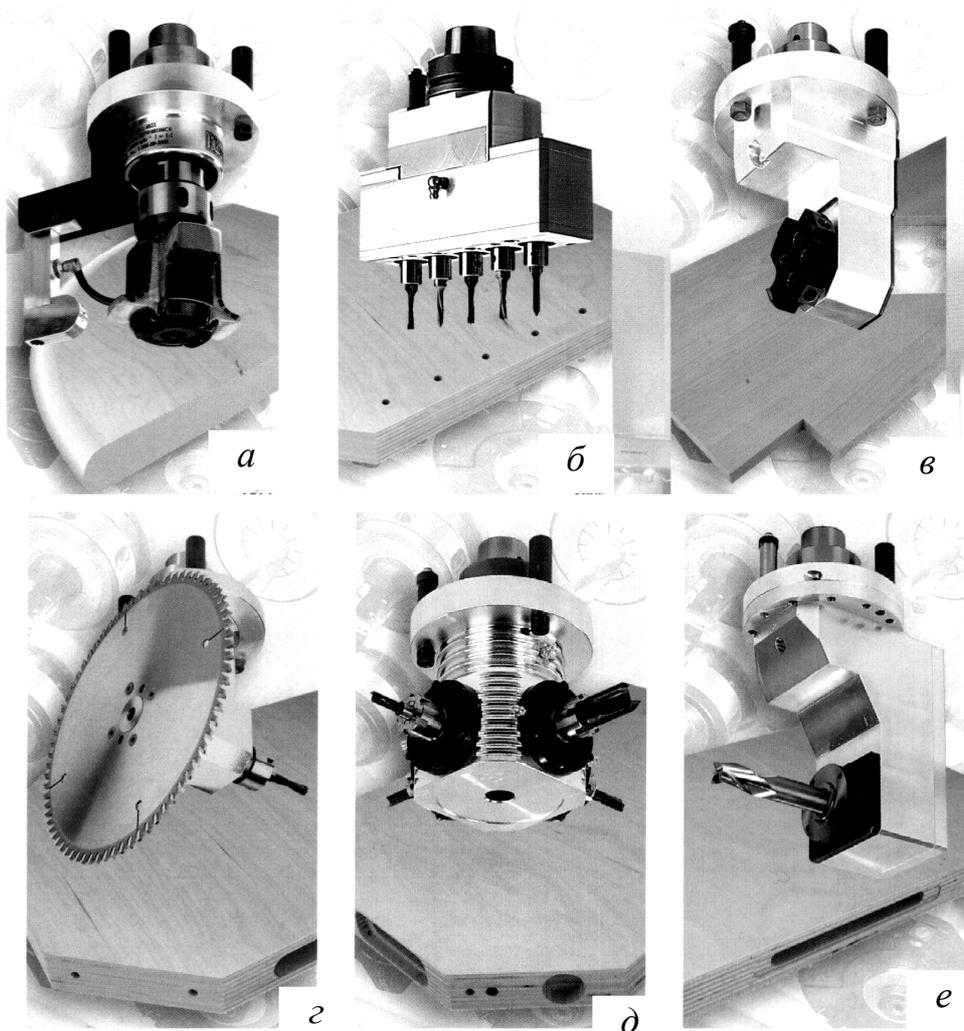


Рис. 108. Агрегатные головки:  
*a* – шлифовальная; *б* – сверлильная; *в, д, е* – фрезерная;  
*г* – комбинированная

Некоторые агрегаты имеют поворотные редукторы или вариаторы частоты вращения.

Агрегаты могут получать через главный шпиндель сжатый воздух для обдува зоны резания.

**Шлифовальная головка** представляет собой сменный обрабатывающий агрегат (узел), используемый для шлифования кромок деталей. Корпус ее постоянно очищается сжатым воздухом, вытекающим из сопла.

**Сверлильная головка** позволяет обрабатывать отверстия в любом направлении с шагом 25, 30, 32 и 50 мм.

**Фрезерные головки** предназначены для обработки прямых углов кромок, обработки отверстий и пазов в кромках.



Рис. 109. Магазин восьмипозиционный, перемещающийся по осям X и Y

**Магазин инструментов.** Сменный режущий инструмент и агрегатные головки хранятся в тарельчатом магазине (рис. 109). На обрабатывающих центрах используются восьми- или

восемнадцатипозиционные магазины. Магазины перемещаются вместе с суппортом центра.

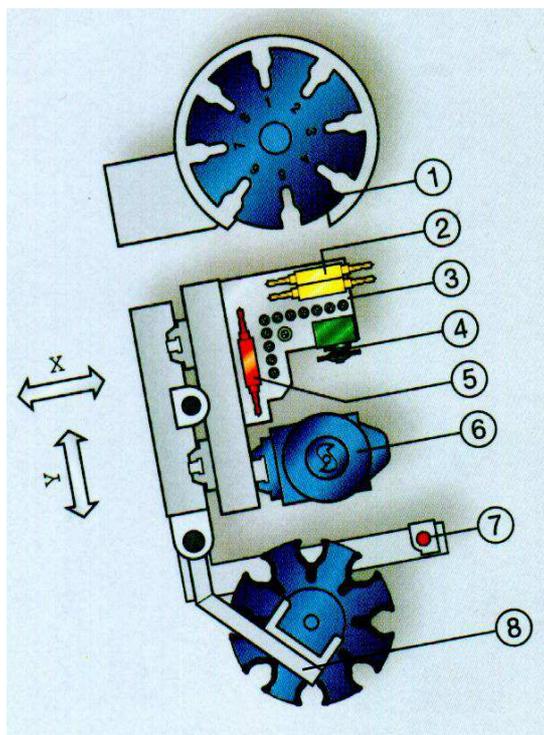


Рис. 110. Возможная комплектация магазина

Схема связи магазина с суппортом и возможная его комплектация инструментом показана на рис. 110. Восемьпозиционный магазин 1 тарельчатого типа соединен с суппортом тягой 8 и может перемещаться вместе с суппортом по координатным осям X и Y. В магазине могут храниться инструменты для горизонтальных и вертикальных сверлильных шпинделей 2 и 3, расположенных по оси X, агрегата для выборки пазов 4, горизонтальных сверлильных шпинделей 5, ориентированных по оси Y, и

главного шпинделя 6. Позиционирование суппорта осуществляется с помощью лазерного луча 7.

**Направляющие** обрабатывающего центра служат для базирования на них столов или суппорта.

Важным параметром обрабатывающего центра является количество одновременно управляемых координат взаимного перемещения стола и обрабатывающего суппорта. Обрабатывающий центр может иметь от 2 до 5 управляемых координат: прямолинейные поступательные перемещения по осям X, Y, Z и вращательные движения вокруг осей Z и Y.

**Управление** всеми взаимными перемещениями стола и суппорта, изменением скорости подачи, скорости вращения инструмента, его заменой из магазина и т. п. производится электронной системой от встроенного компьютера обрабатывающего центра. Система программирования адаптирована к операционной системе Windows и совместима с программой AutoCad.

Используя систему программирования, пользователь может разрабатывать разнообразные варианты изделий.

## 12.8.2. Обрабатывающий центр для производства дверей и окон

На столе обрабатывающего центра (рис. 111) можно установить сразу все заготовки, необходимые для двери или окна. Торцы заготовок выравниваются по упорам. Для фиксации заготовок на столе используются пневматические зажимы.



Рис. 111. Центр для обработки брусковых деталей

Центр работает в соответствии с заложенной программой обработки и поочередно использует из магазина необходимый инструмент. При этом выполняются технологические операции такие, как фрезерование профиля брусков, обработка четверти под стекло или филенку, нарезание рамных шипов, сверление отверстий под шканты, обработка отверстий под фурнитуру.

На центре можно изготовить детали полуциркульных окон или арочных дверей.

### 12.8.3. Универсальный обрабатывающий центр Eco-Master

Обрабатывающий центр предназначен для обработки деталей сложного профиля.

На станине станка смонтирован неподвижный стол 1 (рис. 112, *а*) с пневматическими присосками 2 для фиксации заготовки, блоки фрезерования, горизонтального и вертикального сверления, пиления и пазования (рис. 112, *б*).

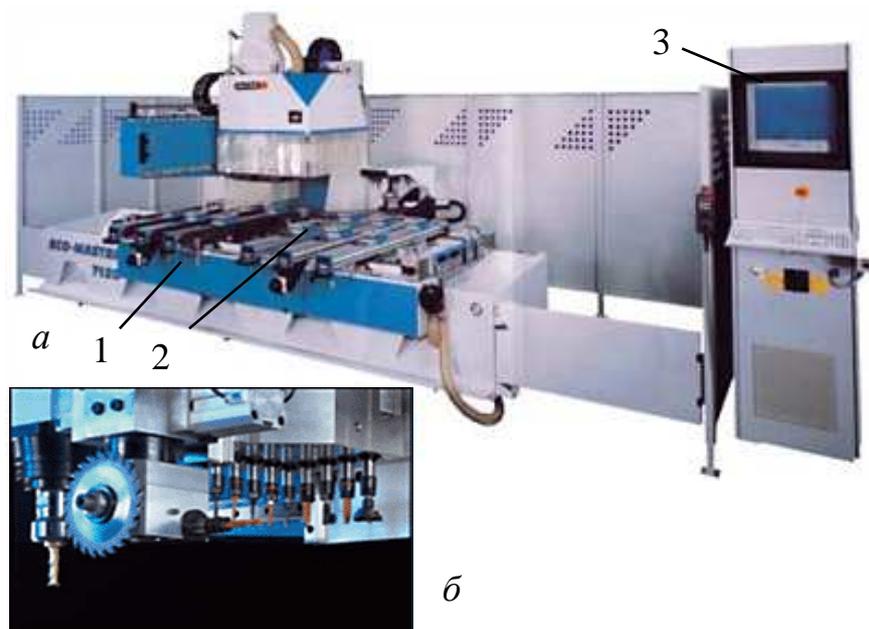


Рис. 112. Универсальный обрабатывающий центр с ЧПУ Eco-Master: *а* – общий вид; *б* – суппорт с обрабатывающими шпинделями

Кроме того на станке имеется магазин с режущими инструментами и блок смены и перенастройки инструмента. Обрабатывающий суппорт снабжен угловым наклоняемым шпинделем (рис. 113).

Управление обрабатывающим центром ведется встроенным процессором с монитором 3 в операционной системе Windows, CAD-функции. Процессор обеспечивает непрерывный мониторинг работы отдельных узлов, фиксирует время работы, простои и неисправности.

Обработка детали производится по чертежу в формате DXF. Встроенный процессор переводит чертеж из формата CAD в обрабатываемый формат.

**Система позиционирования заготовки.** Стол для точного позиционирования позволяет достичь исключительной точности. Вакуумные прижимы быстро и крепко фиксируют заготовки в нужном положении. Прижимы могут свободно перемещаться на столе в любом направлении. Это позволяет работать с заготовками неправильных форм. Существуют специальные крепежные элементы для мелких заготовок и заготовок в виде полос, а также лазерные указатели позиций вакуумных прижимов.

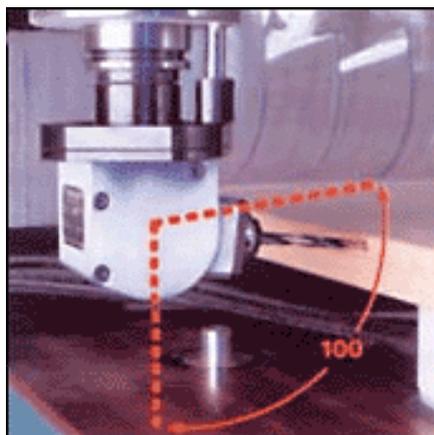


Рис. 113. Угловой наклоняемый шпиндель

### Техническая характеристика центра

Мощность фрезерного шпинделя при частоте вращения от 1000 до 24000 мин <sup>-1</sup> , кВт .....	до 9
Количество вертикальных сверлильных шпинделей .....	9
Мощность горизонтального электрошпинделя для высверливания пазов под замки при частоте вращения $n = 2500 - 18000$ мин <sup>-1</sup> , кВт	5,6
Мощность пильного шпинделя для пиления и пазования по осям X и Y, кВт .....	3,5

#### 12.8.4. Двусторонний обрабатывающий центр АХА

Обрабатывающий центр предназначен для обработки особо сложных деревянных деталей (рис. 114): столов, стульев, рамок, и т.д.

Центр выполнен с двумя, расположенными друг против друга, приводными рабочими головками, на каждой из которых установлено по три электрошпинделя (рис. 115). В зависимости

от установленного режущего инструмента центр может выполнять различные технологические операции: сверление, пазование, нарезание шипов, фрезерование контура сложного профиля, пиление и др. Помимо дерева он может обрабатывать и другие материалы – пластик, алюминий и т.п.



Рис. 114. Деталь

Поворот рабочей головки осуществляется от электродвигателя через прецизионный редуктор, работающий без люфтов. Шпиндели приводятся в движение

мощными двигателями. Время на смену режущего инструмента занимает около секунды.

Головки смонтированы на каретках, перемещающихся по вертикальным направляющим.

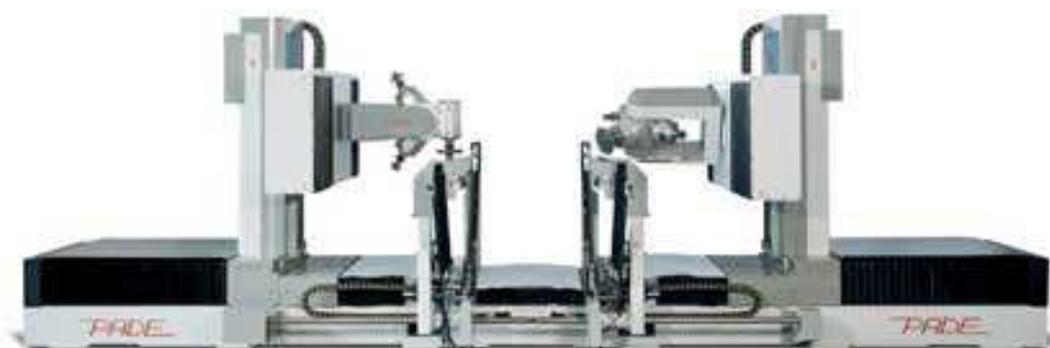


Рис. 115. Двусторонний обрабатывающий центр АХА

Заготовки базируются на стойках и крепятся зажимами (рис. 116).

Станок может торцевать и сверлить одну сторону детали, одновременно на другой вырезая прямоугольные или круглые шипы. Он может, например, фрезеровать профиль с одной стороны, и сверлить серию отверстий или пазов с другой стороны, или даже сбоку. Центр обеспечивает высокую производительность, точность размеров и надёжность эксплуатации. Обрабатываемая

заготовка базируется на направляющих линейках и фиксируется на них пневматическими клещевыми зажимами. Линейки смонтированы на вертикальных стойках, которые установлены с возможностью перемещения по горизонтальным цилиндрическим направляющим. Настройка станка и смена инструмента производится быстро.

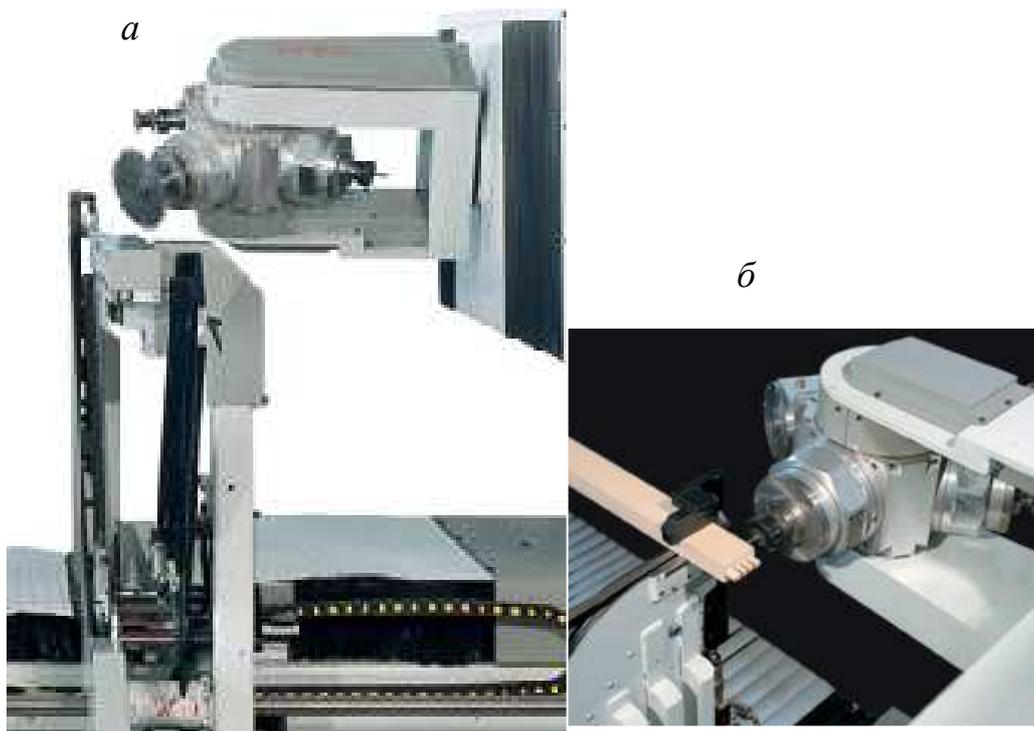


Рис. 116. Работа центра АХА:  
*а* – базирование заготовки; *б* – сверление отверстий

### Техническая характеристика центра АХА

Полезная рабочая длина, мм .....	2400
Максимальная скорость вращения шпинделя, мин <sup>-1</sup> ....	18000
Мощность трех электродвигателей, кВт:	
- двух, расположенных радиально, по .....	4
- одного, расположенного, касательно .....	8
Поворот секции со шпинделями по оси Y .....	не ограничен
Поворот рабочей головки X .....	до 120°

## **Часть III. Оборудование специальных деревообрабатывающих производств**

### **13. Оборудование лесопильного производства**

#### **13.1. Классификация**

Оборудование лесопильного производства предназначено для подготовки круглых сортиментов и получения пиломатериалов (досок, брусьев, заготовок и т.п.).

По функциональному назначению и конструктивным особенностям оборудование лесопильного производства делят на следующие классы и подклассы:

- оборудование для поперечного раскроя хлыстов и бревен;
- окорочные станки;
- оборудование для продольного распиливания бревен и брусьев:
  - лесопильные рамы;
  - ленточнопильные станки;
  - круглопильные станки;
  - фрезерно-пильные станки;
- оборудование для продольного раскроя пиломатериалов:
  - круглопильные обрезные станки;
  - круглопильные ребровые станки;
  - ленточнопильные делительные станки;
- оборудование для поперечного раскроя пиломатериалов.

## 13.2. Станки для поперечного раскроя хлыстов и бревен

Круглые сортаменты (бревна, кряжи, чураки) получают из хлыстов путем их поперечного деления по длине.

**Бревно** – круглый сортамент, предназначенный для использования в круглом виде или в качестве сырья для получения пиломатериалов общего назначения.

**Кряж** – круглый сортамент, предназначенный для получения специальных видов лесопродукции (шпал, деревянной тары, шпона и др.).

**Чурак** – круглый сортамент, предназначенный для закрепления в центрах деревообрабатывающего станка.

Для раскряжевки хлыстов на сортаменты применяют переносные цепные пилы, стационарные станки с пильной цепью, круглопильные станки.

В переносных цепных пилах используют режущую цепь с шагом 10 – 15 мм, а в стационарных станках – 20 – 30 мм.

На деревообрабатывающих предприятиях поперечную распиловку хлыстов и бревен производят на балансирных однопильных торцовочных станках и автоматических торцовочных станках модели АЦ–1. Кроме того, для поперечного распиливания бревен используют станки непрерывного действия.

**Станок АЦ–1.** Автоматический торцовочный станок АЦ–1 состоит из станины (рис. 117), и шарнирно установленного балансира, на котором смонтирован шпиндель с пилой 1, соединенный с электродвигателем ременной передачей. В полости станины расположена гидростанция.

Хлысты или бревна подаются к станку цепным конвейером. Базирование их в станке осуществляется приводными седловидными роликами 3. Перед пилой расположено три ролика, а за пилой – пять. За пилой в промежутках между роликами установлено 14 мерных упоров. Над роликами расположен прижим 2, а под ними – сбрасыватель 4. Балансир, прижим и сбрасыватель соединены с гидроцилиндрами 5.

При работе станка бревно продольно подается до некоторого мерного упора, при нажатии на который движение бревна прекращается, включаются прижим и привод балансира. Пила опускается вниз и распиливает бревно поперек и сразу поднимается вверх. Включается привод сбрасывателя, и отпиленная часть бревна удаляется со станка.

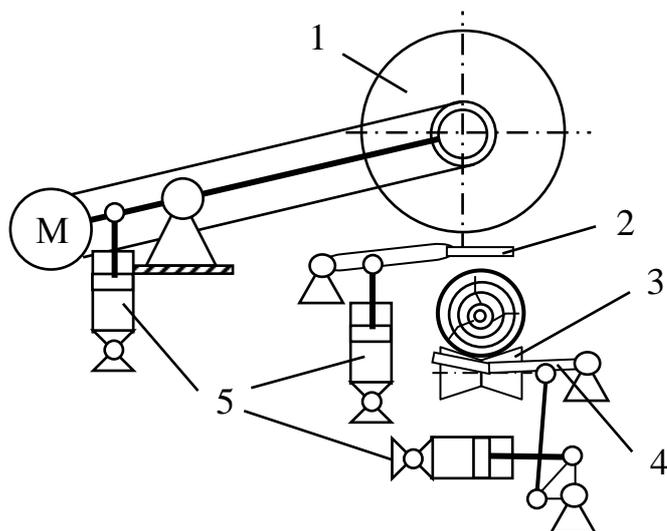


Рис. 117. Схема торцовочного станка АЦ-1

На станке можно распиливать круглое сырье длиной 1,5 – 20,0 м и получать сортименты длиной 0,5 – 3,0 м. Диаметр пилы – 1200 мм, установленная мощность – 19,0 кВт.

**Технические характеристики станков**

	АЦ-1	ЦБ-7	ЛО-15А
Наибольший распиливаемый диаметр, мм	360	360	600
Длина, м:			
сырья .....	1,5 – 20,0	-	до 20
отпиливаемых сортиментов .....	0,5 – 3,0	0,5 и более	1 – 8
Диаметр пилы, мм .....	1000-1200	1000	1500
Скорость главного движения, м/с .....	70	60	72
Число двойных ходов, мин <sup>-1</sup> .....	-	25	20
Установленная мощность, кВт .....	19,0	18,7	20
Масса станка, т .....	4,2	1,95	2,0

**Станки непрерывного действия.** Для поперечного пиления применяют станки, называемые слешерами (рис. 118) и триммерами. Такие станки включают несколько однопильных

шпинделей 3, круглые пилы которых расположены в промежутках ветвей поперечного цепного конвейера 2.

У слешеров пильные валы с пилами не меняют своего положения. У триммеров пильные валы смонтированы на качающихся рамах, что позволяет поднимать или опускать пилы из зоны пиления. На слешерах отпиливаются сортименты, длина которых равна расстоянию между пилами. На триммерах длина сортиментов может регулироваться и равна длине, кратной расстоянию между пилами.

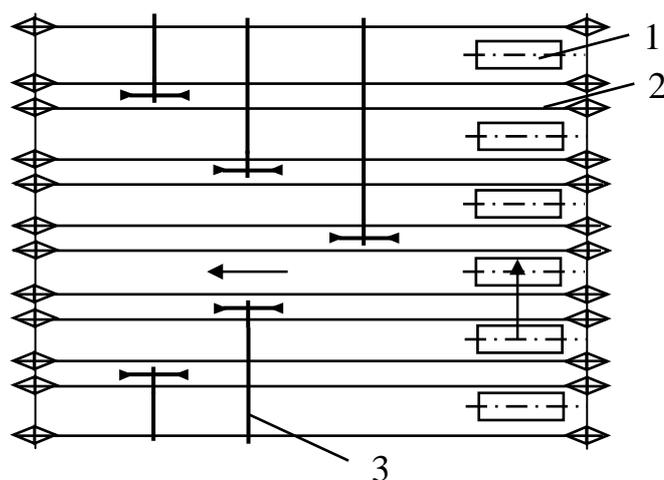


Рис. 118. Пятипильный слешер

Бревна загружаются на слешер роликовым приводным конвейером 1. Затем бревно захватывается упорами цепей и надвигается на пилы. Происходит раскряжевка бревна на сортименты.

### 13.3. Окорочные станки

**Окорочные станки предназначены для окорки с зачисткой остатков сучьев круглых лесоматериалов хвойных и лиственных пород различного гидротермического состояния [14]. Станки применяются на нижних складах леспромхозов, лесоперевалочных базах и лесозаводах.**

В современном производстве применяются в основном окорочные станки трех видов: роторные с притупленными короснимателями, суппортные с фрезерными головками и

гидравлические. Наибольшее распространение в нашей стране получили станки роторного типа. Петрозаводский станкозавод выпускает одно- и двухроторные станки марок ОК40-2, ОК63-2, ОК100-2, 2ОК40-1, 2ОК63-1, 2ОК80-1 (рис. 119).

Для обеспечения автоматической подачи и центрирования бревен станок комплектуется подающим конвейером 3 с при-

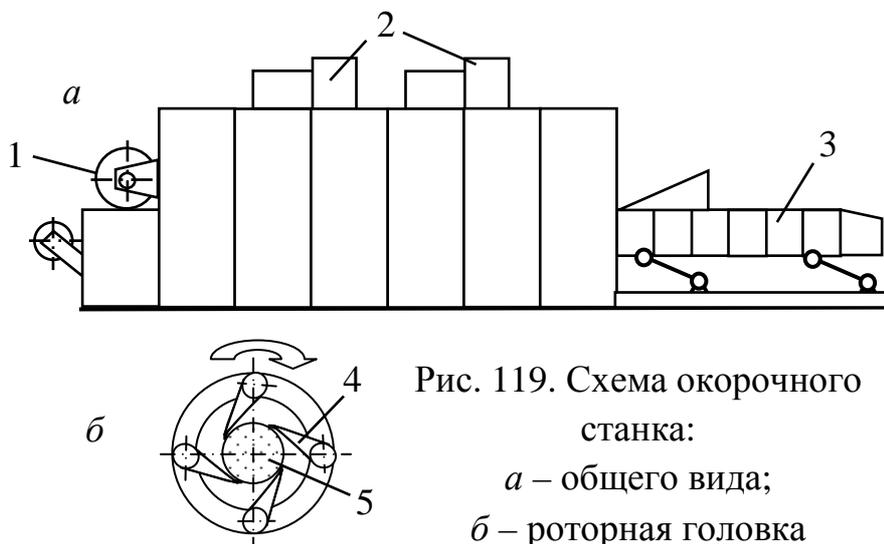


Рис. 119. Схема окорочного станка:  
 а – общего вида;  
 б – роторная головка

жимным роликом. За станком расположены приводные приемные ролики 1. Трехскоростные электродвигатели привода механизма подачи позволяют регулировать режим работы станка. Наибольшая скорость подачи равна 60 м/мин.

Роторная головка (рис. 119, б) состоит из неподвижного статора, в котором на радиально-упорных подшипниках установлен ротор с короснимателями 4, соединенный ременной передачей 2 с трехскоростными электродвигателями. Притупленные коросниматели (8 шт.) шарнирно смонтированы на роторе и поджимаются к бревну 5 либо пружинами, либо гидро- или пневмоцилиндрами. Это усилие в зависимости от состояния древесины (сухая, талая, мерзлая) принимается равным 750 - 1750 Н. Съем коры происходит по камбиевому слою.

Роторы вращаются в противоположные стороны. Заход бревна в роторную головку обеспечивается серповидной формой короснимателей.

**Технические характеристики станков**

	2OK40-1	2OK63-1	2OK80-1
Наибольший диаметр лесоматериалов, см	40	63	80
Длина окариваемых бревен, м .....	2,5 – 6,5	2,7 – 7,5	2,7 – 7,5
Частота вращения роторов, мин <sup>-1</sup> .....	200 - 400	150 - 300	150 - 250
Скорость подачи, м/мин .....	10,8 - 60	12 - 60	12 - 60
Количество короснимателей, зачистных и надрезающих ножей, шт. ....	9	9	15
Установленная мощность, кВт .....	51,12	75,12	137,09

## **13.4. Станки для продольного распиливания бревен и брусьев**

### **13.4.1. Оценка эффективности станков**

Прибыльность производства пиломатериалов при использовании тех или иных станков можно оценить по таким показателям, как качество пилопродукции и полезный выход материалов из сырья. Качество пиломатериалов оценивается точностью их геометрической формы (плоскостностью и параллельностью граней, разнотолщинностью) и шероховатостью пиленых поверхностей. Улучшая показатели качества, следует приближаться к требованиям на экспортную пилопродукцию.

Полезный выход готовой продукции из сырья оценивается шириной пропила и возможностью выполнять на станке индивидуальный раскрой. Чем меньше ширина пропила, тем меньше образуется опилок при пилении и больше полезный выход. При индивидуальном раскрое бревен полезный выход тоже увеличивается.

### **13.4.2. Лесопильные рамы**

Лесопильные рамы предназначены для продольного распиливания бревен и брусьев на пиломатериалы. Пиление производится одной или несколькими полосовыми пилами (4 – 10 шт.),

натянутыми в пильной рамке и образующими постав. При пилении бревна за один проход получается пакет необрезных пиломатериалов.

На лесопильных предприятиях России лесопильные рамы – самые распространенные станки. Они привычны для обслуживающего персонала, в стране накоплен опыт подготовки кадров, выполнения ремонтов, налажено производство как самих лесопильных рам, так и запасных частей для них. Кроме того, лесопильные рамы хорошо встраиваются в лесопильные потоки, известны различные варианты механизации потоков. Лесопильные рамы имеют высокую производительность, так как за один проход распиливают бревно. Наконец, лесопильная рама как отдельно взятый станок достаточно дешева.

За рубежом лесопильные рамы почти не применяются.

В зависимости от специализации лесопильные рамы делятся на две группы: общего и специального назначения. Рамы общего назначения предназначены для распиловки бревен и брусьев на пиломатериалы в стационарных лесопильных цехах. Они могут быть одноэтажные (Р63-4Б, Р80-2, и др.) и двухэтажные (первого ряда 2Р50-1, 2Р63-1, 2Р80-1, 2Р100-1 и рамы второго ряда 2Р50-2, 2Р63-2, 2Р80-2, 2Р100-2 и др.). Цифра после буквы указывает просвет пильной рамки (см), т.е. ширину окна рамки, внутри которого проходит распиливаемое бревно.

Рамы общего назначения всегда оборудуются четырехвальцовым механизмом подачи.

К лесопильным рамам специального назначения относятся: горизонтальные (РГ), коротышевые (РК), тарные (РТ) и передвижные (РПМ).

**В горизонтальной лесопильной раме** пильная рамка несет одно пильное полотно, перемещающееся в горизонтальном направлении. Продольная подача бревна производится тележкой. Подача на толщину отпиливаемой доски производится суппортом пильной рамки. Рамы предназначены для раскроя кряжей ценных пород, а также для выпиливания ванчесов в производстве облицовочного шпона.

**Коротышевые лесопильные рамы** предназначены для распиловки бревен длиной до 3 м. Их особенностью является наличие восьмивальцового механизма подачи для надежного базирования коротких бревен в процессе распиловки.

**Тарные лесопильные рамы** используют для распиловки бревен на тарную дощечку толщиной до 6 мм.

**Передвижные лесопильные рамы** применяют во временных лесопильных цехах, на лесных делянках. Их устанавливают на подвижных платформах и транспортируют к месту назначения без демонтажа тракторами и автомашинами.

Лесопильные рамы выполняются с толчковой и непрерывной подачей.

**Вертикальная двухэтажная лесопильная рама** (рис. 120) состоит из станины 5, механизма главного движения (механизма резания) 1, механизма подачи 2, приводов механизмов главного движения 6 и движения подачи 7, вспомогательных устройств 4, включающих впередирамную зажимную и

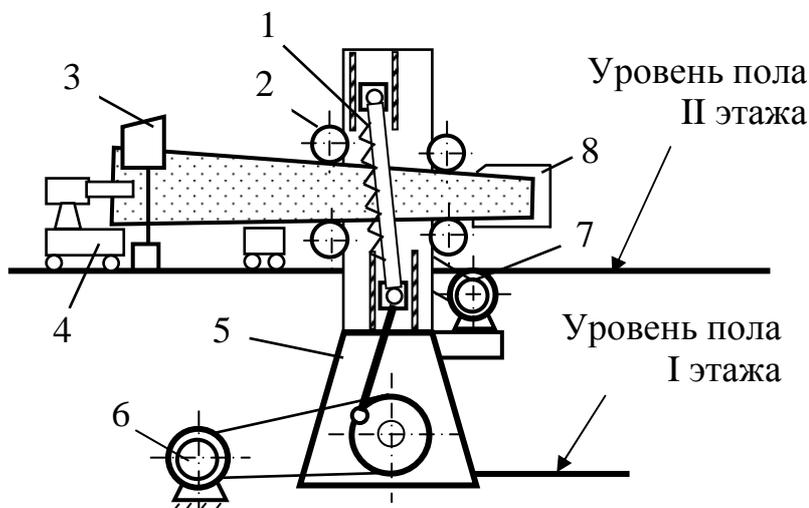


Рис. 120. Схема лесопильной рамы

поддерживающую тележки, позадирамные направляющие ножи 8, и пульт управления 3. Механизм главного движения включает пильную рамку с несколькими рамными пилами (до 13 шт.), которая шарнирно соединена с кривошипно-шатунным механизмом.

При работе бревно подается с бревнотаски на поддерживающую и впередирамную тележку 4. Бревно зажимается клещами тележки 4, центрируется по поставу и разворачивается вокруг



Рис. 121. Рама коротышковая

продольной оси в нужное положение. Затем бревно подается в механизм подачи станка и распиливается. Ножи 8 направляющего аппарата попадают в пропилы и предотвращают разворот бревна.

**Одноэтажная лесопильная рама РК63-2.** Рама коротышковая (рис. 121) предназначена для продольной распиловки бревен из любых пород древесины на брусья и доски длиной 1 - 7,5 м. Рама используется на временных и стационарных лесопильных предприятиях и строительных площадках. Выпускает ее ОАО "Даниловский завод деревообрабатывающих станков".

На раме распиливаются бревна с максимальным диаметром в вершине 38 см. Ход пильной рамки равен 400 мм, число двойных ходов в мин – 285. Подача на один двойной ход пил изменяется в диапазоне 4-22 мм. Габаритные размеры рамы равны 4232×2615×3575 мм, суммарная мощность электродвигателей 44,4 кВт, масса –6700 кг.

На раме распиливаются бревна с максимальным диаметром в вершине 38 см. Ход пильной рамки равен 400 мм, число двойных ходов в мин – 285. Подача на один двойной ход пил изменяется в диапазоне 4-22 мм. Габаритные размеры рамы равны 4232×2615×3575 мм, суммарная мощность электродвигателей 44,4 кВт, масса –6700 кг.

#### Технические характеристики лесопильных рам

	2P50-1	2P50-2	2P63-1	2P63-2
Ход пильной рамки, мм .....	700	700	700	700
Наибольший диаметр распил. бревна, см	28	-	38	-
Наибольшая толщина распил. бруса, мм	-	240	-	320
Число двойных ходов, мин <sup>-1</sup> .....	360	360	345	345
Посылка, мм .....	15...75	15...75	10...75	10...75
Общая установленная мощность, кВт	138	133	138	133

	2P80-1	2P80-2	2P100-1	2P100-2
Ход пильной рамки, мм .....	700	700	700	700
Наибольший диаметр распил. бревна, см	52	-	70	-
Наибольшая толщина распил. бруса, мм	-	400	-	600
Число двойных ходов, мин <sup>1</sup> .....	320	320	250	250
Посылка, мм .....	10...70	10...70	4...40	4...40
Общая установленная мощность, кВт	138	138	168	168

**Рама лесопильная двухэтажная модели 2P75-1А.**

Лесопильная двухэтажная рама первого ряда (рис. 122) предназначена для распиловки бревен на брусья и необрезные доски.

На раме распиливаются бревна длиной 3,0 - 7,5 м с наибольший диаметром в вершине 65 см. При распиловке бруса наибольшая его высота может быть 400 мм.

Ширина про света пильной рамки равна 750 мм, величина хода – 600 мм.

Число оборотов коленчатого вала равно 325 мин<sup>-1</sup>.

Подача бревна или бруса на оборот коленчатого вала составляет 5 - 80 мм/об. Суммарная мощность установленных электродвигателей равна 128,71 кВт. Габаритные размеры лесопильной рамы – 2850×2500×5410 мм. Масса – 18000 кг.

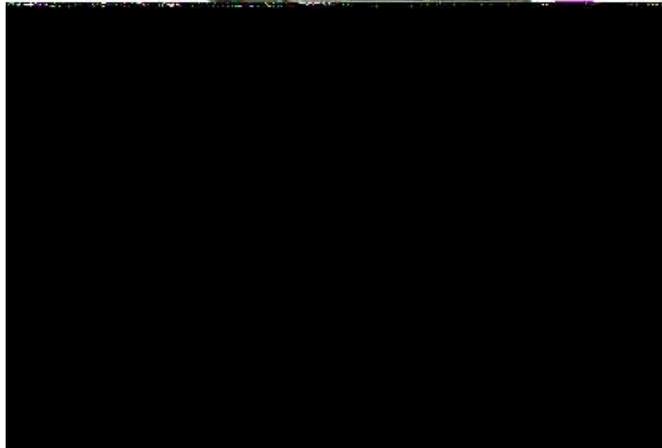


Рис. 122. Рама двухэтажная

**Недостатки лесопильных рам** являются следствием их конструкции. Можно отметить следующие недостатки [15]:

1. Возвратно-поступательное движение пильной рамки с пилами приводит к появлению больших инерционных нагрузок, вызывает высокий уровень вибраций, приводит к быстрому износу деталей, требует применения мощных фундаментов, стоимость которых достигает 40% от стоимости лесопильной рамы.

2. Низкое качество получаемых пиломатериалов. Из-за биения бревна образуется разнотолщинность досок в различных точках по длине. Из-за скручивания бревна при неравномерной нагрузке пилами на пиломатериалах наблюдается кривизна по пласти (пропеллер). Низкая скорость главного движения (около 6 – 8 м/с) и вибрация вызывают глубокие риски на пиленой поверхности, ворсистость и мшистость.

3. При пилении рамными пилами ширина пропила составляет 4 – 5 мм, что уступает возможностям других станков. Для индивидуального способа раскроя лесопильные рамы не приспособлены. В результате этого выход пиломатериалов при раскрое бревен получается невелик.

### **13.4.3. Ленточнопильные станки**

В лесопильном производстве используют бревнопильные и делительные (ребровые) ленточнопильные станки. Бревнопильные станки предназначены для продольной распиловки бревен и брусьев на доски. Делительные станки используются для продольной распиловки брусьев, толстых досок, а также горбылей, поставленных на ребро.

Станки могут быть вертикальные и горизонтальные. По количеству пил на станке могут быть однопильные, двух- и многопильные. Пилы многопильного станка могут располагаться последовательно друг за другом или параллельно, симметрично оси подачи. Движение подачи может выполнять распиливаемый материал или механизм главного движения.

Режим резания должен предусматривать скорость главного движения 30 – 40 м/с, толщину пильной ленты  $s \leq 0,001D$ , где  $D$  – диаметры пильных шкивов, напряжение в натянутой ленте – не менее 110 – 120 МПа, цикл работы пильной ленты – 2 ч. За 2 ч работы в междузубных пазухах пилы образуются микротрещины, которые надо удалить шлифовальным кругом при заточке.

**Вертикальные бревнопильные станки** используются при промышленном пилении на мощных производствах. Они имеют высокую степень механизации. Бревно на них закрепляется на тележке, перемещающейся относительно пильной ленты (рис. 123, а). **Бревно на каретке хорошо закреплено, вибрация при пилении отсутствует. Скорость главного движения равна 37 – 42 м/с. Все это обеспечивает высокое качество распиленных поверхностей как по геометрии пиломатериалов, так и по шероховатости поверхности.**

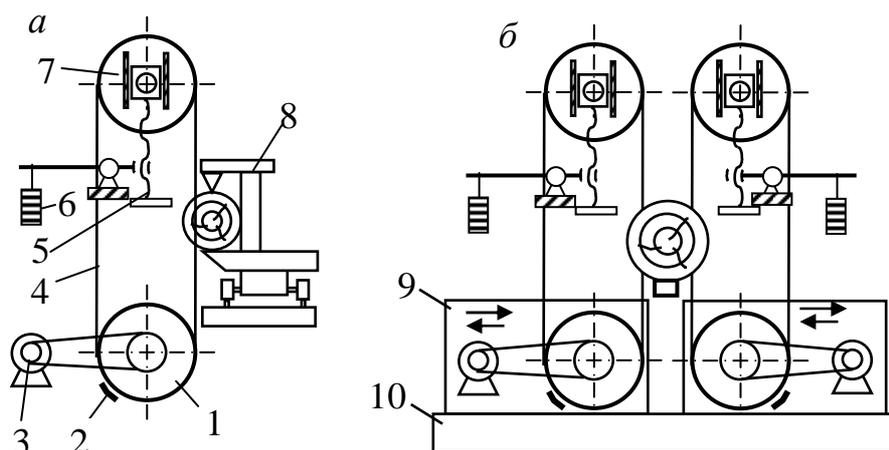


Рис. 123. Схемы ленточнопильных станков:  
а – вертикального; б – вертикального сдвоенного

В качестве режущего инструмента на станке используется ленточная пила шириной 125 – 300 мм. Пила 4 в виде замкнутой ленты надевается на нижний приводной 1 и верхний натяжной 7 шкивы, диаметр которых равен 1000 – 2400 мм. При таких диаметрах шкивов излом пильной ленты исключается. Пила при пилении не зажимается в пропиле, она работает в щадящих условиях и надежно служит в течение 300 – 400 циклов по два часа.

Натяжение ленточной пилы производится грузом 6 и настрочным винтом 5 с помощью маховичка. Привод нижнего шкива производится от электродвигателя 3 с помощью ременной передачи. Для остановки шкива имеется тормоз 2. Бревно базируется на каретке 8, которая может перемещаться возвратно-поступательно по направляющим станка. Каретка снабжена приводом от электродвигателя.

**Вертикальные ленточнопильные станки обеспечивают получение пиломатериалов высокого качества. Кроме того, ширина пропила на них составляет 2,4 – 2,6 мм, что сокращает объем опилок. На станках можно выполнять индивидуальный способ раскроя бревен. Все это значительно повышает выход готовой продукции. На сегодняшний день станки являются наилучшим базовым оборудованием для организации современных промышленных лесопильных производств. Однако цена единицы оборудования у них выше, чем у конкурирующего оборудования.**

Отечественная промышленность выпускает вертикальные бревнопильные ленточнопильные станки моделей ЛБ125-1 и ЛБ150-1. В обозначении цифра после буквы указывает на диаметр шкивов станка.

Для распиловки бревен среднего и малого диаметра используют **сдвоенные вертикальные ленточнопильные станки** (рис. 123, б). Станки смонтированы на подвижных каретках 9 и могут перемещаться с помощью гидроцилиндров по направляющим суппорта 10. Расстояние между станками изменяется по командам оператора с пульта управления или от измерительной компьютерной системы. Между рабочими ветвями пильных лент проходит конвейер подачи бревна.

**Горизонтальные ленточнопильные станки.** В последние годы осваивается программа перевода российского лесопиления на ленточнопильные станки как головные машины лесопильных потоков. В 1999 г. ЗАО "Экодревпром" (г. Вологда) освоило серийный выпуск ленточнопильных станков. Их основу составил горизонтальный станок первого ряда ЛГУ1000-М в комплекте с околостаночным оборудованием и вертикальные

ленточнопильные станки второго ряда: вертикальный однопильный и вертикальный сдвоенный [15].

Горизонтальный ленточнопильный бревнопильный станок – самый дешевый. Он отличается легкой и низкой станиной, на которую кладется неподвижно бревно, а пильный узел перемещается вдоль бревна. Пильный узел сделан легким с диаметром шкивов около 500 мм. Пильная лента узкая (около 35 – 50 мм). При неподвижном бревне габариты станка сократились вдвое. Общее облегчение конструкции станка позволило снизить цену на станок.

**Станок горизонтальный ленточнопильный модели ЛГУ1000-М** предназначен для индивидуального применения на лесопильных предприятиях с производственной программой по распиловке в одну смену до 7500 м<sup>3</sup> круглого сырья в год. Станок

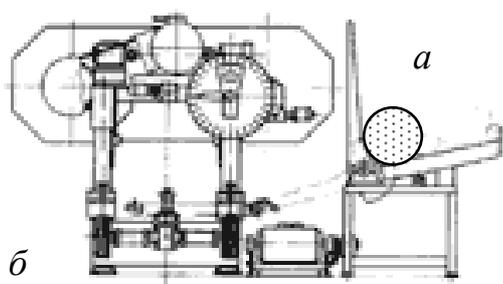


Рис. 124. Ленточнопильный станок ЛГУ1000-М: *a* – схема; *б* – общий

является широкоуниверсальной лесопильной машиной для продольной распиловки бревен на брусья и доски, а также брусьев на доски. Это головная машина лесопильного потока. При этом на станке (рис. 124) возможна обработка массивных горбылей, пакетная обрезка досок, выпилка шпальной продукции и пр.

Механизм главного движения станка имеет пильные шкивы диаметром 1000 мм и смонтирован на портале, который установлен на направляющих станины и может перемещаться по нему со скоростью подачи до 45 м/мин. Пильная лента механизма главного движения имеет размеры: длину 6650-6850 мм, ширину 80 – 135 мм и толщину 0,9 – 1,2 мм.

На станке можно распиливать бревна диаметром 10 – 90 см и длиной 2 – 7 м.

Станок снабжен механизмом подъема-опускания пильной головки и подрезной круглой пилой, которая установлена в плоскости пильной лены. При пилении неокоренных бревен подрезная пила делает неглубокий пропил, предотвращая контакт ленточной пилы с грязью, песком в коре и замедляя ее затупление.

Рама станка имеет жесткую конструкцию и упрочненные направляющие для перемещения пильной головки. На ней расположены гидравлические системы самоцентрирования, зажима и фиксации распиливаемого сырья.

Станок отдельно оснащается вилочным загрузчиком бревен и ленточным конвейером для удаления пиломатериалов.

При работе бревно вилочным загрузчиком подается на раму, где оно центрируется и зажимается гидравлическими устройствами. По команде с пульта управления пильное устройство опускается на заданную величину и включается механизм подачи. Портал с пильной головкой перемещается по направляющим вдоль рамы и распиливает бревно. Отпиленная часть подается на ленточный конвейер и удаляется.

***Ленточнопильный станок для продольной распиловки ЛГУ750.*** Это станок среднего класса, созданный на базе станка ЛГУ1000-М. Он более доступен по цене для предприятий, объем перерабатываемого сырья которых не превышает 15 000 м<sup>3</sup> в год.

Станок состоит из рамы с направляющими 2 (рис. 125), на которых установлен портал 1 с пильной головкой 5 и подрезающей круглой пилой 7. На раме смонтировано гидравлическое центрирующее и зажимное устройство 3 с зажимами 6. Управление станком выполняется с пульта 8.

**Недостатки горизонтальных станков** заключаются в следующем:

1. Отпиливаемая доска лежит сверху на бревне и стремится своей тяжестью зажать пильную ленту. В результате этого пила сильно нагревается.

2. Опилки плохо удаляются из пропила. Они попадают под пилу и вызывают ее нагрев.

3. Пильная лента на шкивах небольшого диаметра испытывает изломы. Все это свидетельствует о том, что пила горизонтальных станков работает в тяжелых неблагоприятных условиях. Срок службы пилы невелик: всего лишь 3 – 4 двухчасовых рабочих цикла.

4. Производительность станков невелика. Станки плохо совместимы с другими устройствами, их трудно встраивать в лесопильные потоки. Применение их в крупных производствах невозможно. Однако для повседневной работы на мелких лесопильных предприятиях они могут использоваться успешно.

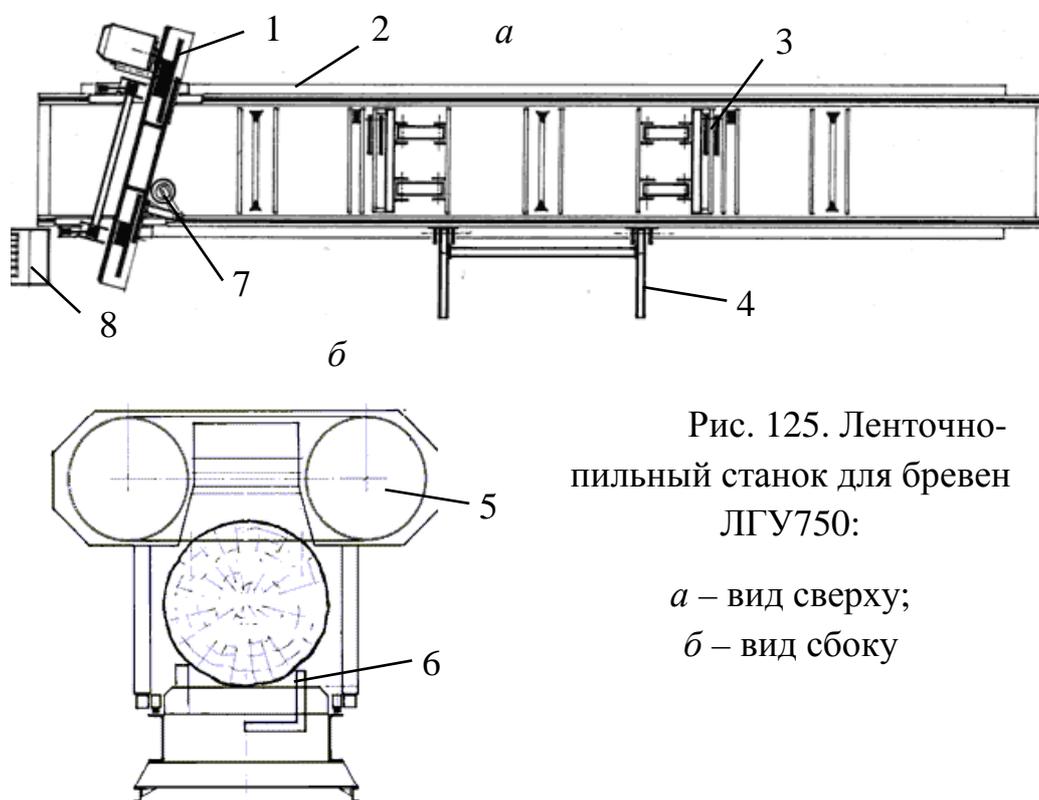


Рис. 125. Ленточно-  
пильный станок для бревен  
ЛГУ750:

*a* – вид сверху;  
*б* – вид сбоку

### **Вертикальные делительные ленточнопильные станки.**

У делительных (ребровых) станков механизм подачи выполнен в виде двух суппортов. Один суппорт является базовым, он перемещается на толщину отпиливаемой доски. На суппорте смонтирована базовая линейка и механизм подачи в виде пластинчатого конвейера с приводом от гидромотора.

Другой суппорт прижимной. Он обеспечивает надежный прижим распиливаемой заготовки к поверхности конвейера базового суппорта. На прижимном суппорте установлен один рифленный приводной валец и три гладких вальца. Вальцы расположены вертикально.

Распиливаемый материал прижимается пластью к базовой линейке и механизмом подачи подается на пилу. Горбыль при распиловке ставится на ребро. За один проход отпиливается одна доска. Остаток возвращается на повторное пиление.

Отечественная промышленность выпускает станки моделей ЛД125-1 и ЛД150-1Э, ЛД100-1, ЛД100-3, ЛД-5.

### Технические характеристики ленточнопильных станков

	ЛГУ1000-М	ЛГУ750	ЛБ125-1	ЛБ150-1	ЛД125-1
Диаметр пильных шкивов, мм	1000	740	1250	1500	1250
Диаметр распиливаемых бревен, см .....	10 - 90	10 - 60	60	90	60
Скорость резания, м/с .....	40	35	40	45	40
Скорость подачи, м/мин .....	0 - 45	0 - 50	5 - 90	5 - 90	5 - 40
Размеры ленточной пилы, мм:					
ширина .....	80 - 135	32 - 50	175	230	175
толщина .....	0,9 - 1,2	-	-	-	-
Мощность привода пильных шкивов, кВт .....	22,0	15	55	75	30
Установленная мощность, кВт	30,7	20	-	-	-
Габаритные размеры, мм	11000× 3000× 2320	10000× 2360× 2360	- - -	- - -	5000× 2800× 3740

**Горизонтальные делительные ленточнопильные станки.** Станки предназначены для деления трехкантных и четырехкантных брусьев, досок и горбылей.

Распиливаемый материал базируется на ленточном или гусеничном конвейере и прижимается роликами. Пиление производится одной или несколькими (до 5) последовательно расположенными горизонтальными пильными механизмами с узкой

пильной лентой. Толщина отпиливаемого материала регулируется при настройке.

#### **13.4.4. Круглопильные станки для продольного пиления бревен**

В лесопильном производстве для первичного раскроя бревен на брусья и доски применяются круглопильные станки с пилами большого диаметра (обычно 500 – 650 мм). Станки могут быть одновальные (однопильные) или двухвальные (двухпильные). У двухвальных моделей один пильный вал находится под распиливаемым бревном, а другой – над бревном, при этом пилы расположены в одной плоскости, одна над другой, со сдвигом вперед. Такие станки позволяют формировать большую высоту пропила пилами небольшого диаметра. На однопильных станках используются пилы диаметром до 1000 мм и более.

Бревно в станках крепится на подвижной каретке, установленной на продольных направляющих. Жесткое крепление бревна и высокая скорость главного движения обеспечивают высокое качество распиленных поверхностей.

**Однопильные станки.** Пример однопильного станка для продольного распиливания бревен приведен на рис. 126. На станине станка смонтированы роликовые направляющие 1 соединенные с приводом. На направляющих расположена каретка 5, состоящая из двух частей: левой и правой. В промежутке между этими частями может проходить круглая пила 2. Пила диаметром 950 - 1200 мм соединена с двигателем мощностью 75 кВт.

Каретка размером 8000 × 700 мм может перемещаться относительно пилы со скоростью подачи 0 – 125 м/мин. В задней части каретки установлен подвижный торцовый упор.

Перед пилой установлена подвижная роликовая направляющая 3 и прижимной валец 4.

Бревно подается на каретку вилочными рычагами 6 и может быть повернуто вокруг продольной оси кантователем 7. Бревно базируется относительно пилы и затем его положение

фиксируется торцовым упором. Управление станком выполняется с пульта 8.

При включении привода каретки происходит надвигание бревна на пилу. Отпиленная часть снимается, и каретка возвращается в исходное положение. Станок обеспечивает индивидуальный способ раскря бревна.

В России выпускаются круглопильные бревнопильные станки моделей ЦДТ6-3 (одновальный) и ЦДТ7 (двухвальный) с подачей бревна на тележке.

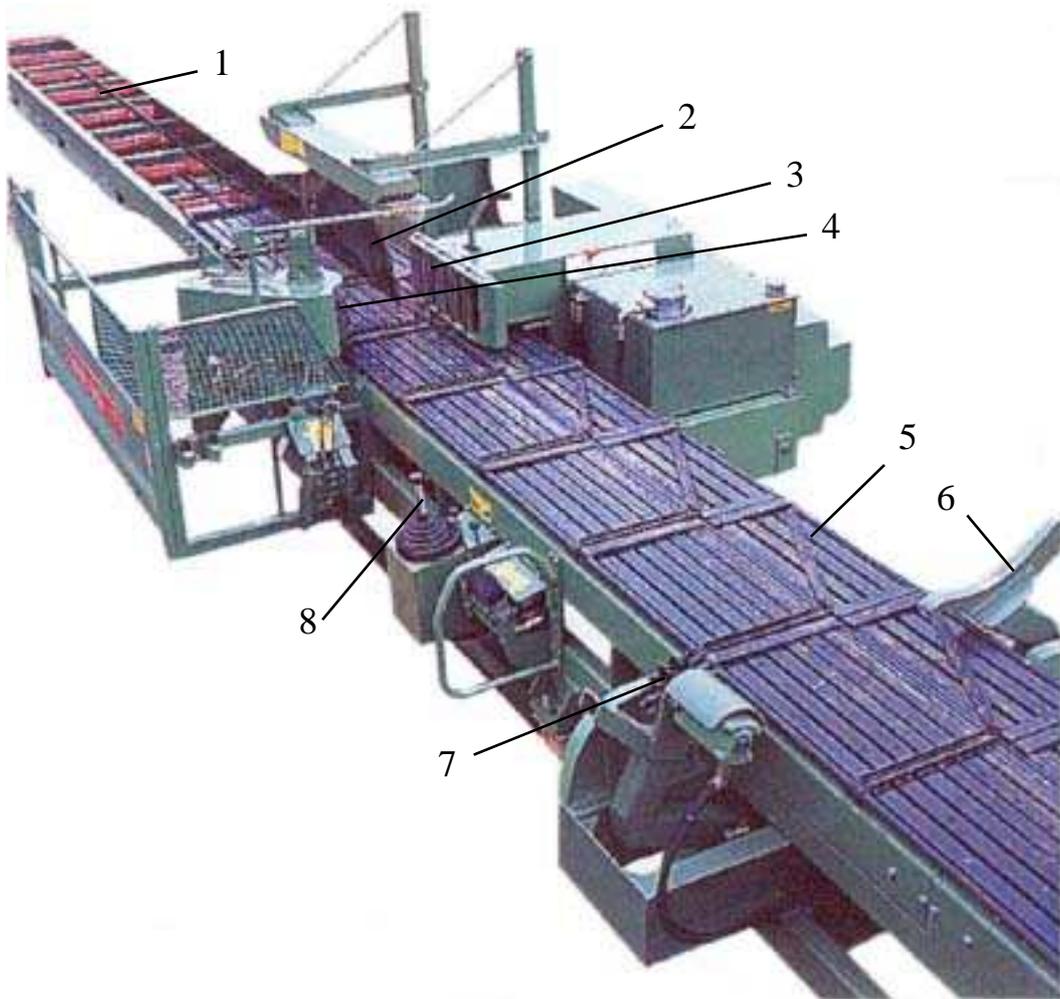


Рис. 126. Однопильный станок для продольного пиления бревен

### Технические характеристики круглопильных станков

	ЦДТ6-3	ЦДТ7
Высота пропила, мм .....	500	800
Длина распиливаемых бревен, м .....	1,8 – 6,5	1,8 – 6,5
Наибольший диаметр бревен, см .....	70	110
Скорость подачи тележки, м/мин .....	до 120	до 120
Общая установленная мощность, кВт .....	103,2	121,5
Габариты станка, м .....	18×5,5×2,6	23,8×7,2×2,1
Масса, кг .....	7190	15300

### Достоинства и недостатки круглопильных бревнопильных станков. Достоинства:

– станки имеют простую конструкцию, и это делает их дешевыми. Простая конструкция упрощает монтаж и пусконаладку, а также обслуживание самого станка;

– при кареточной подаче и высокой скорости главного движения распиленные поверхности имеют хорошее качество как по геометрическим параметрам, так и по шероховатости и ворсистости.

#### Недостатки:

– при работе двухвальных станков образуется характерный разнородный рисунок на поверхности пиломатериала, который может быть нежелателен для потребителей. Еще более серьезным дефектом является наличие «ступеньки», появляющейся при выходе пил из одной плоскости;

– круглые пилы большого диаметра трудоемки при подготовке. При этом чем больше диаметр пил и меньше их толщина, тем более сложна подготовка. Для подготовки тонких дисков большого диаметра требуется пилостав высокой квалификации. На двухвальных станках используются пилы меньшего диаметра и поэтому, с точки зрения подготовки пил к работе, они более предпочтительны;

– пилы большого диаметра образуют в древесине широкий пропи́л: 6-8 мм для одновальных станков и 5-6 мм для двухвальных. Широкий пропи́л означает высокий выход опилок и снижение доли выхода товарного пиломатериала. Кроме того, широкий пропи́л означает высокое энергопотребление, что тоже отрицательно сказывается на экономических показателях предприятия.

### **13.4.5. Агрегатные станки и линии для переработки бревен**

Для комплексной переработки тонкомерных бревен диаметром до 24 см в лесопилении применяют агрегатные, фрезерно-брусующие и фрезерно-пильные линии.

**Линия агрегатной переработки бревен (ЛАПБ).** Линия включает в свой состав комплекс агрегатов, позволяющих за один проход бревна получать готовую продукцию в виде обрезных пиломатериалов и технологической щепы.

На агрегатных линиях возможна переработка практически любого сырья и выпуск любого вида пиломатериалов. При этом, используя в потоке ленточнопильные агрегаты, можно увеличить выход готовой продукции. Использование круглопильных модулей позволяет повысить производительность. Применение в линиях фрезерно-брусующих модулей позволяет получать качественную технологическую щепу.

Линии агрегатной переработки бревен имеют очень высокую производительность. Они отличаются высоким выходом готовой продукции в виде пиломатериалов и щепы, отсутствием кусковых отходов и небольшой трудоемкостью. Применяют их при массовом раскросе предварительно подсортированных тонкомерных лесоматериалов. Как правило, линии оснащены системами автоматизации и программным обеспечением для оптимизации раскроса сырья различных диаметров под заданную производственную программу. Обслуживание всего лесопильного потока может осуществляться персоналом от 3 до 5 человек в смену. Однако стоимость линий очень высока и для установки комплекта оборудования необходимо провести целый комплекс строительно-монтажных работ.

В состав линии входят кабина оператора, накопитель бревен, фрезерно-пильный агрегат и позадиагрегатный рольганг. Бревно 2 (рис. 127) попадает на тележки 1, 3 и перехватную тележку 4. Здесь бревно центрируется по поставу, зажимается и подается в агрегат. Сначала происходит черновое фрезерование ступенчатого бруса нижней 5 и верхней 6 фрезерными

головками. Верхняя головка смонтирована на суппорте и может при настройке перемещаться по высоте. Подача на зуб при фрезеровании достигает 22,5 мм. Это позволяет получить ступенчатый брус и технологическую щепу с длиной волокон 22,5 мм.

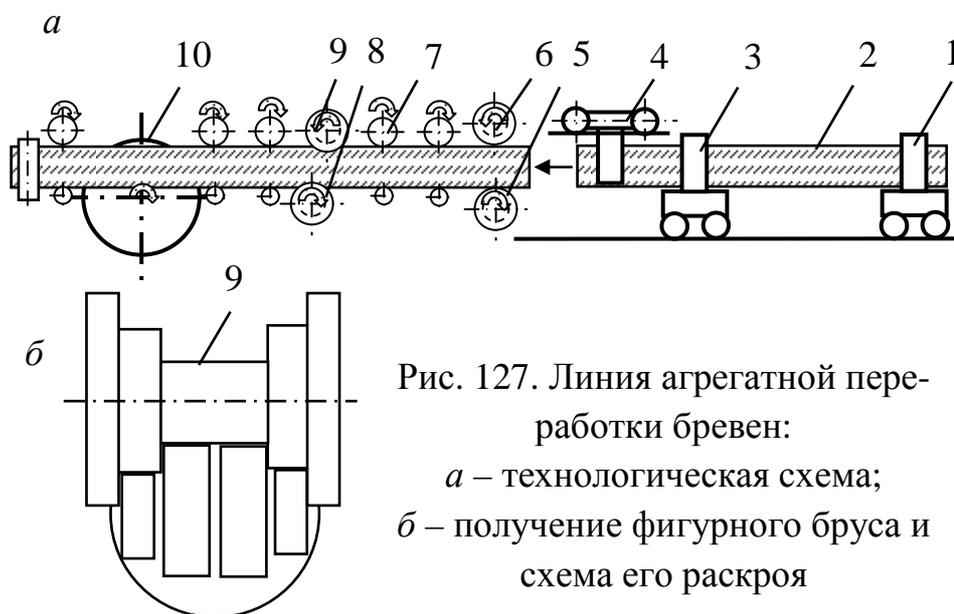


Рис. 127. Линия агрегатной переработки бревен:  
 а – технологическая схема;  
 б – получение фигурного бруса и  
 схема его раскроя

Затем бревно проходит зону обработки зачистными ступенчатыми цилиндрическими фрезами 8, 9. Частота вращения их выше, чем фрез 5, 6, и они дают гладкую обработанную поверхность. Верхний шпindel зачистных фрез 9 смонтирован на суппорте и может при настройке перемещаться по высоте.

Полученный ступенчатый брус разваливается поставом круглых пил 10. "Плавающие" пилы установлены на одном шпинделе. Между пилами расположены направляющие с анти-вибраторами. Через направляющие на пилы для их охлаждения подается водовоздушная смесь.

Подача бруса обеспечивается верхними и нижними приводными вальцами.

**Фрезерно-брусующие линии ФБЛ-16М и фрезерно-брусующий станок ФБС-750** предназначены для переработки бревен диаметром 8 – 18 см с получением двухкантного бруса и технологической щепы. Для развала двухкантного бруса на доски обычно используют многопильный станок Ц8Д-8М.

**Технические характеристики линий ЛАПБ**

	ЛАПБ-4	ЛАПБ-2М
Диаметр брёвен обрабатываемых в вершине, см:	10 - 34	10 – 18
Длина обрабатываемых бревен, м: .....	4 - 6	3 – 6,5
Номинальные размеры пиломатериалов, мм: .....		
толщина боковых досок .....	16 - 32	19, 22, 25
ширина боковых досок .....	75 - 200	75, 100, 125
толщина центральных досок (брусьев) ....	32 - 175	32 - 60
ширина центральных досок (брусьев) .....	100 - 250	75 - 150
Наибольшая высота пропила, мм: .....		
при работе верхнего пильного вала .....	155	155
при работе верхнего и нижнего пильных валов .....	200 - 250	-
Наибольшее количество выпиливаемых досок, шт.	6	4
Установленная мощность, кВт. ....	525,63	462
Габаритные размеры, мм: .....	27900×	35000×
	5265 ×	5435 ×
	2130	2370
Масса линии, кг .....	38000	52500

**Фрезерно-пильные линии** работают по двухпроходной схеме. За первый проход бревна на линии ЛФП-2 методом фрезерования получают двухкантный брус, технологическую щепу, а также от бруса на круглопильном станке с каждой боковой стороны отпиливают по одной или две необрезной доски. За второй проход на линии ЛФП-3 из двухкантного бруса формируют фрезерными головками четырехкантный брус с получением технологической щепы. Полученный брус затем поступает на многопильный круглопильный станок линии и распиливается на пиломатериалы.

Управление линиями производится из операторских кабин.

**13.4.6. Многопильные станки для развала бруса**

Многопильные станки выпускаются моделей Ц5Д-8, Ц8Д-8М, Ц8Д-10, Ц8Д-11, Ц8Д-12 и Ц12Д-1. В станке Ц8Д-8 на одном пильном валу можно установить до 8 пил. В станке Ц12Д-1 имеется два пильных вала: один снизу, другой сверху

зоны прохода бревна. На каждом валу можно установить до 6 пил, которые попарно (нижняя и верхняя) формируют один пропилен.

**Многопильный станок Ц8Д-8М.** Станок (рис. 128) предназначен для продольной распиловки брусьев на доски и бруски в лесопильных потоках. Пильный вал станка консольный и установлен на подшипниковых опорах в расточке шарнирно закрепленной опоры, положение которой перенастраивается по высоте с помощью винтов.

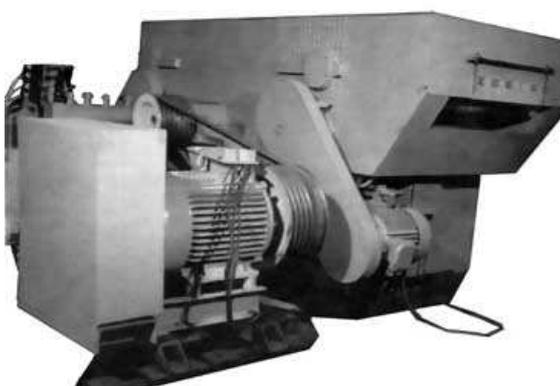


Рис. 128. Станок многопильный  
Ц8Д-8М

На консоли пильного вала на двух шпонках расположены "плавающие" пилы. Пилы фиксируются в заданном положении блоком направляющих с текстолитовыми накладками. Через направляющие к пилам подается водовоздушная смесь. Регулировка зазоров между пилами и текстолитовыми накладками производится

винтами. Направляющие смонтированы на своих осях и при смене пил отводятся.

Механизм подачи станка вальцовый. Два вальца расположены сверху и четыре – снизу. Все вальцы приводные. Прижим верхних вальцов осуществляется пружинами. Скорость подачи регулируется бесступенчато или ступенчато.

При работе на многопильном станке следует следить, чтобы ширина распиливаемых брусьев была постоянной. При пилении узкого бруса его горбыльные клиновидные части попадают между пилами поставка и иногда застревают там. При подаче следующего бруса застрявшие части могут расклиниться с новыми частями. Это приводит к повышенному трению и перегреву пил. **Во избежание порчи пил необходимо подбирать поставку так, чтобы горбыль всегда был снаружи крайних пил поставка.**

### Техническая характеристика станка Ц8Д-8М

Просвет восьмипильного станка, мм .....	630
Размеры распиливаемого бруса, мм:	
- толщина .....	60 - 180
- наибольшая ширина .....	550
- длина .....	2700 - 7500
Толщина выпиливаемых досок, мм .....	22, 32, 40
Диаметр пил наибольший, мм .....	560
Толщина пил, мм .....	2,2 – 2,5
Частота вращения пил, мин <sup>-1</sup> .....	1500
Скорость подачи, м/мин .....	10 - 80
Общая установленная мощность, кВт .....	116; 96; 81
Габариты, мм .....	3500×3465×1415
Масса, кг .....	5900

### 13.4.7. Обрезные станки

Круглопильные обрезные станки моделей Ц2Д7-А, Ц2Д-У, Ц2Д-8, Ц2Д-1Ф, Ц3Д-7, Ц4Д-4 предназначены для обрезки необрезных досок с получением одной или нескольких обрезных.



Рис. 129. Станок обрезной Ц2Д7-А

*Базовая модель Ц2Д7-А* обрезных станков (рис. 129) состоит из сварной станины, механизма главного пиления с приводом, вальцового механизма подачи с приводом, механизма перемещения пильного суппорта с подвижной пилой, гидростанции, пульта управления и электрошкафа. Станок комплектуется впередистаночным рольгангом (столом) и позадистаночным рейкоотделительным устройством.

Механизм главного движения выполнен в виде пильного вала, установленного в подшипниковых опорах и соединенного клиноременной передачей с электродвигателем. Пильный вал состоит из двух частей, одна из которых смонтирована на подвижном пильном суппорте. После установки пил части вала соединяются стяжной шпилькой.

Для перемещения подвижной пилы пильный суппорт соединен с гидроцилиндром преселективной системы управления. **Преселективная система управления позволяет задавать новый размер ширины доски в период обработки предыдущей доски.** Для этого преселективная система включает датчик (подпружиненный шарнирно закрепленный рычаг с роликом), взаимодействующий с обрабатываемой доской и предотвращающий преждевременное включение гидроцилиндра, а

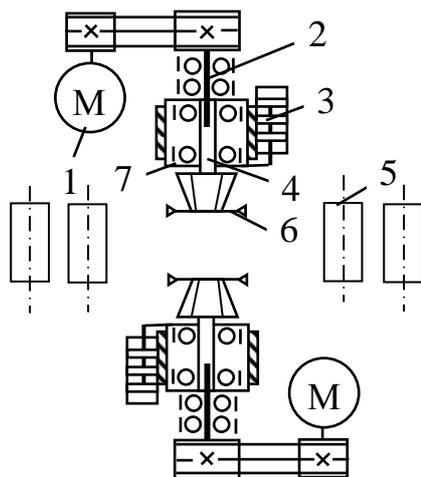


Рис. 130. Схема станка Ц2Д-1Ф

также гидравлический упор, предотвращающий попадание новой доски в период раздвижения пилы. Привод валцов механизма подачи станка имеет закрытую передачу, работающую в масле, что повышает надежность его работы. **Фрезерно-обрезной станок модели Ц2Д-1Ф** превращает срезаемые рейки в технологическую щепу. Механизм главного движения станка состоит из двух самостоятельных частей, симметрично расположенных относительно оси подачи (рис. 130). Каждая часть содержит шлицевый вал 2, установленный в подшипниковых опорах и соединенный с электродвигателем 1. Вал 2 вставлен в шлицевую полость вала 4, который смонтирован в подшипниковых опорах пиноли 7. Пиноль может перемещаться в корпусе с помощью гидропозиционера 3. На валу 4 закреплена режущая головка 6, состоящая из пилы и конической фрезы.

Механизм подачи станка – вальцового типа. Передние и задние вальцы имеют отдельные приводы от асинхронных электродвигателей через ременные передачи и червячные редукторы.

При работе необрезная доска попадает на впередистаночный стол. Лучи фотодатчика стола пересекают доску и включают пневмоцилиндры манипуляторов-центрователей. Доска базируется по оси стола. Оператор визуально оценивает возможность

получения необходимой обрезной доски и нажимает на пульте соответствующую кнопку. Происходит раздвижение режущих головок на заданный размер относительно базовой оси стола. Необрезная доска подается в станок, на выходе получается обрезная доска и технологическая щепка.

При скорости подачи 147 м/мин подача на зуб фрезы равна 22,5 мм с такой же длиной волокон щепы.

### Технические характеристики обрезных станков

	Ц2Д7-А	Ц2Д-1Ф
Просвет обрезного станка, мм .....	800	630
Ширина обрабатываемого материала, мм	60...500	60 – 300
Толщина обрабатываемого материала, мм	13...60	13 – 32
Длина обрабатываемого материала, м ...	1,5...7,5	1,85 – 7,5
Количество пил, шт. ....	2 (или 3)	2
из них подвижных .....	1	2
Диаметр фрез, мм .....	-	450, 480
Диаметр пил, мм .....	400-500	500
Толщина пил, мм .....	2,5; 2,8	-
Частота вращения пильного вала, мин <sup>-1</sup> ....	2400	-
Скорость подачи, м/мин .....	80 и 120, 100 и 150, 60 и 90	147
Норма обслуживания, чел. ....	2	1
Количество электродвигателей, шт. ....	5	4
Общая установленная мощность, кВт .....	38	87,2
Габаритные размеры станка, мм .....	2650×2050×1250	2340×2200×1300
Масса станка, кг .....	4250	4500

### Контрольные вопросы и задания

1. Изобразите схемы станков для поперечного пиления бревен.
2. Для окорки бревен применяют станки марок ОК40-2, ... (продолжите ряд).
3. По каким признакам оценивается эффективность станков для продольного пиления бревен и брусьев? Какие станки по этим признакам можно считать более эффективными?
4. Какое оборудование применяется для комплексной переработки тонкомерных бревен и пиломатериалов?
5. Изобразите схему фрезерно-обрезного станка модели Ц2Д-1Ф.

||

## 14. Оборудование фанерного производства

В фанерном производстве выполняется большое количество различных технологических операций механической и гидротермической обработки древесины. К ним относятся операции по складированию и сортировке сырья, оторцовке по длине, окорке и гидротермической обработке, получению сырого шпона, его сушке и сортировке, нанесению клея, формированию пакетов, склеиванию и форматной обрезке фанеры, ее сортировке и складированию. Для выполнения этих технологических операций используются различные станки и механизмы. Некоторые из них приведены ниже.

### 14.1. Луцильные станки

Луцильные станки применяют для получения сырого луцильного шпона. Луцильные станки делят на три группы: легкие, средние и тяжелые. На легких станках разлуцивают чураки диаметром до 700 мм и длиной до 800 мм, на средних станках – диаметром до 800 мм длиной до 2 м и на тяжелых – диаметром до 1000 мм длиной более 2 м. В России используются главным образом средние луцильные станки моделей ЛУ17-4, ЛУ17-10, а также импортные фирм "Рауте" (Финляндия), "Кремона" (Италия) и др.

Станина луцильного станка ЛУ17-10 сварная. На ней установлены с помощью болтового соединения левая и правая бабки (рис. 131). Бабки представляют собой чугунное литье коробчатой формы с проемами для крепления шпиндельных узлов 13. В бабках расположены элементы кинематики станка. На внутренних боковых поверхностях бабок расположены передние 4 и задние наклонные 5 направляющие, на которых установлен суппорт 7 станка с луцильным ножом. Шарнирно закрепленные передние ползуны 6 суппорта соединены винтами 3 и коническими зубчатыми передачами 2 с приводным валом и электродвигателями 14, 12.

На суппорте смонтирован эксцентриковый вал 8, подшипники которого закреплены на боковых ребрах суппорта. На валу 8 смонтирована траверса 11 (горизонтальная балка на вертикальных стойках) с обжимной линейкой. Траверса шарнирно соединена с пневмоцилиндром 10.

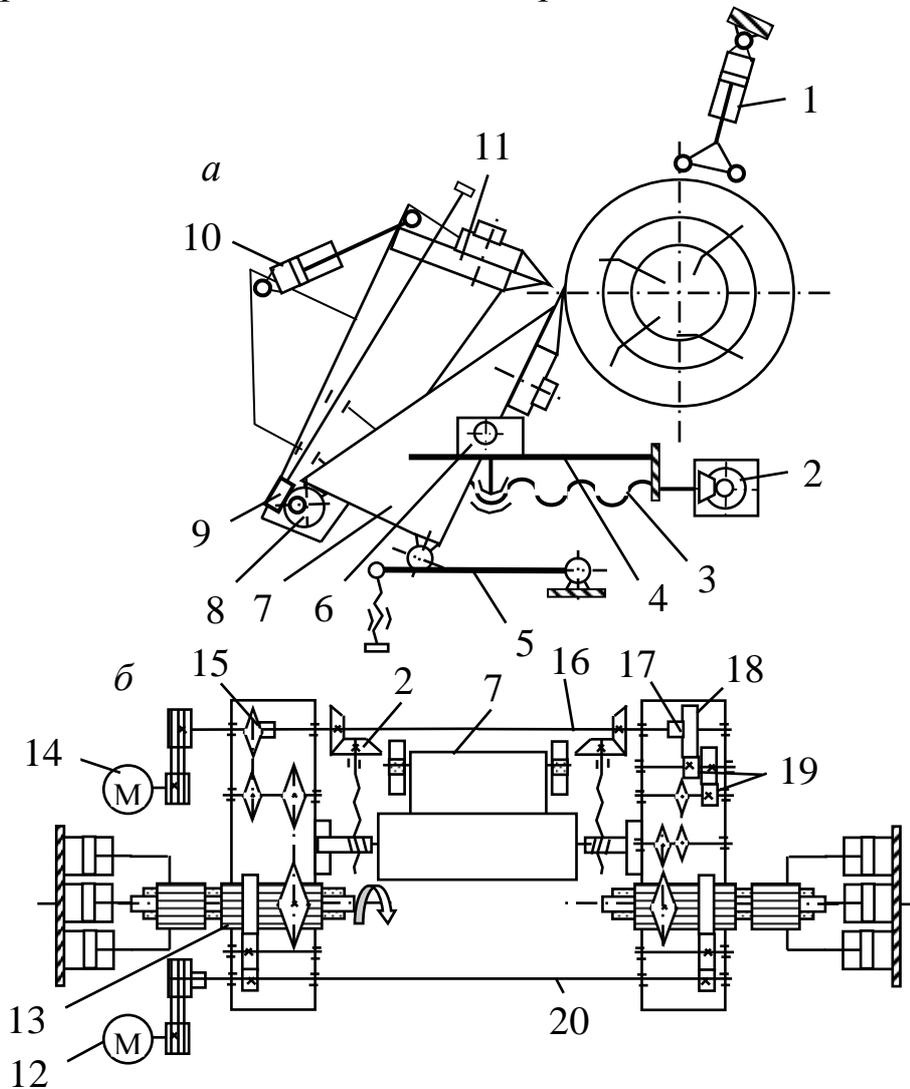


Рис. 131. Схема лущильного станка:  
*а* – лущильного суппорта; *б* – общего вида

На цапфах эксцентрикового вала 8 закреплено зубчатое колесо, которое связано с червяком 9, приводимым рукояткой. На станине станка установлено прижимное устройство 1. Общий вид станка показан на рис. 132.

При настройке станка выполняют следующие операции.

1. Луцильный нож закрепляют на суппорте так, чтобы его режущая кромка была параллельна линии центров. При этом для станков с дополнительными наклонными направляющими режущая кромка располагается по высоте от линии центров на расстоянии 0 - (- 0,5) мм при диаметре обрабатываемого чурака 300 мм и 0 - (- 1,0) при диаметре чурака 300 - 800 мм.

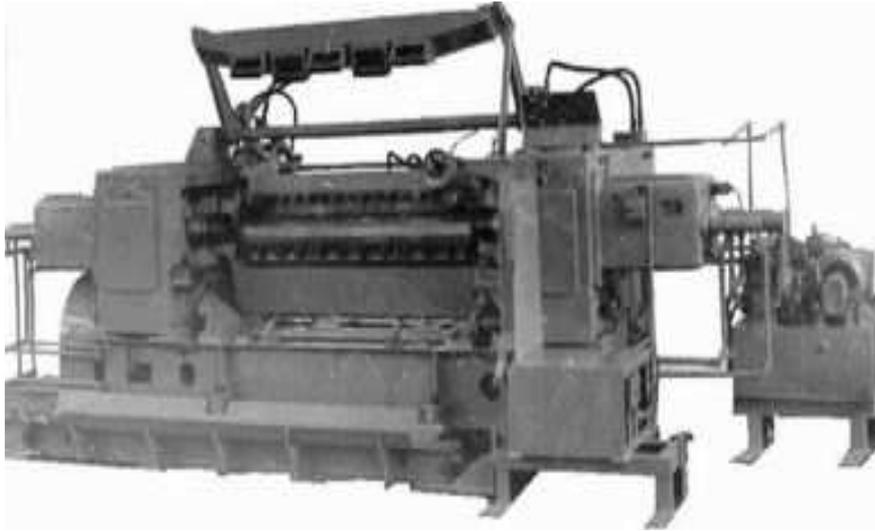


Рис. 132. Станок лущильный ЛУ17-10

2. Регулируют величину статического заднего угла  $\alpha$  ножа путем изменения наклона направляющих 5. Значение статического заднего угла должно изменяться в диапазоне  $\alpha_c = 0,5^\circ - 2^\circ$  для чураков диаметром 300 мм и  $\alpha_c = 2^\circ - 3^\circ$  для чураков диаметром 300 - 800 мм.

Из теории резания древесины следует, что по мере уменьшения диаметра чурака кинематический задний угол изменяется относительно статического угла на величину угла скорости резания и угла положения режущей кромки ножа по высоте оси центров:

$$\alpha_k = \alpha_c - \arctg\left(\frac{S_o}{\pi D}\right) + \arcsin\left(\frac{2S}{D}\right),$$

где  $S_o$  – величина подачи на один оборот чурака, толщина шпона, мм;

$D$  – диаметр чурака, мм;

$S$  – расстояние между осью центров и режущей кромкой ножа по высоте, мм.

Подбор величины наклона направляющих и отрицательное расположение режущей кромки по высоте позволяет сохранить кинематический угол резания постоянным в процессе лущения.

3. Регулируют положение обжимной линейки, которая обеспечивает необходимую степень обжима при срезании стружки. Степень обжима при лущении древесины березы, бука, ели, сосны, лиственницы определяется из выражения:

$$\Delta = 7S + 9\%,$$

где  $S$  – толщина получаемого шпона, мм.

При известной степени обжима зазор между режущей кромкой ножа и кромкой обжимной линейки находится так:

$$S_o = S(100 - \Delta) / 100.$$

Величину зазора регулируют путем вращения червяка 9, в результате чего эксцентриковый вал поворачивается, и траверса 11 с обжимной линейкой изменяют свое положение.

При работе чурак зажимают телескопическими левым и правым шпинделями. Сначала чурак зажимается внутренними кулачками диаметром 65 мм, а затем – наружными кулачками диаметром 110 мм. Внутренние кулачки используются для долущивания карандашей до диаметра 70 мм. При долущивании включается механизм прижима чурака 1.

При работе суппорт выполняет следующие движения: быстрый подвод ножа к чураку, движение обдирки, движение срезания шпона и ускоренный возврат в исходное положение. Ускоренный подвод суппорта к чураку обеспечивается электродвигателем 14 при выключенной пневматической муфте звездочки 15. Движение обдирки производится электродвигателем 12 при включенной муфте звездочки 15. При этом движение передается на конические шестерни 2 и ходовые винты 3.

После обдирки, когда поверхность чурака стала цилиндрической, траверса обжимной линейки переводится в рабочее положение и включается рабочая подача суппорта от электродвигателя 12. Движение передается на ходовые винты через

кинематические цепи, помещенные в правой бабке, через три сменные шестерни 19, зубчатое колесо 18, соединенное пневматической муфтой 17 с валом 16. Скорость подачи регулируется сменными колесами 19.

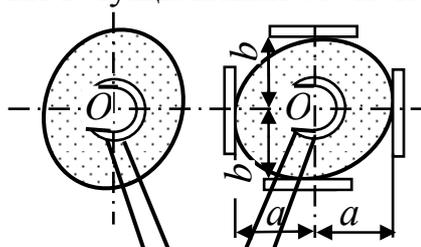
Возврат суппорта в исходное положение обеспечивается электродвигателем 14.

### Технические характеристики лущильных станков

	ЛУ17-4	ЛУ17-10	2HV-66 "Рауте"
Длина чурака наибольшая, мм .....	1700	1650	1650
Диаметр чурака наибольший, мм ...	700	700	750
Толщина шпона, мм .....	0,2-3,2	0,3-4,0	0,5 – 5,0
Частота вращения, мин <sup>-1</sup> .....	109, 147, 220	113, 151, 236	145, 220
Установленная мощность электро- двигателей, кВт .....	35,2	46,4	39,5
Габаритные размеры, мм .....	6250×3060× 2750	5900×3400× 2150	6400×1850× 1810
Масса, кг .....	11150	12150	11200

## 14.2. Центровочно-загрузочное устройство

Центровочно-загрузочное устройство модели ЦЗУ17-10 предназначено для приема чураков, центрирования и подачи их в лущильный станок модели ЛУ 17-10. Базирование чурака при центрировании осуществляется по четырем точкам в двух сечениях (рис. 133). Место расположения сечений центрирования определяется координатами



где  $x_1, x_2$  – координаты центрирующих сечений от центра чурака;

$$x_1 = x_2 = \frac{L}{2\sqrt{2}},$$

где  $x_1, x_2$  – координаты центрирующих сечений от центра чурака;

$L$  – длина чурака.

Центрирование чурака в вертикальной плоскости осуществ-



2

Рис. 134. Центровочно-загрузочное устройство модели ЦЗУ17-10

вляется горизонтальными пластинами, а в горизонтальной плоскости – вертикальными упорами. Сначала срабатывают рычаги с горизонтальными пластинами, перемещая чурак в вертикальной плоскости, а затем приводятся в движение рычаги с вертикальными упорами, поворачивая чурак в горизонтальной плоскости. Привод механизмов центрирования осуществляется от пневмоцилиндров через зубчатые колеса и систему рычагов.

Сцентрированный чурак зажимается с торцов пневматическими механизмами и рычагами с приводом от гидроцилиндров переносится к центрам лущильного станка. Затем чурак зажимается кулачками центров лущильного станка, а рычаги переноса освобождаются от чурака и переходят в исходное положение. Общий вид устройства показан на рис. 134.

### Технические характеристики центровочно-загрузочных устройств модели ЦЗУ

	ЦЗУ 14-10	ЦЗУ 17-10	ЦЗУ 14-17
Длина центрируемого чурака, мм	1350	1650	1350 - 1650
Диаметр центрируемого чурака, мм			
наибольший .....	700	700	700
наименьший .....	160	160	160
Цикл работы установки, с .....	19	19	19
Габаритные размеры установки с цепным транспортером, мм:			
длина .....	3520	3820	3820
ширина .....	2640	2640	2640
высота .....	1922	1922	1922
Масса установки, кг .....	3840	4040	4040
Удельный расход энергии кВт.ч/мм, не более	0,0024	0,0024	0,0024

### 14.3. Ножницы для резания шпона



В России гильотинные ножницы выпускает завод "Пролетарская свобода". Станки моделей СК-1 и СК-2 предназначены для резки листовых

Рис. 135. Станок для резки шпона модели СК-1 и СК-2

материалов (строганого и лущеного шпона, пакетов картона, текстурной бумаги).

Рабочим органом ножниц (рис. 135) служит ножевая траверса с закрепленным на ней ножом. Траверса смонтирована на осях стоек станины. Привод ножевой траверсы гидравлический. Качательное движение ножевой траверсы осуществляется от гидроцилиндра через рычажную систему. Ножевая траверса в верхнем положении удерживается фиксатором, который управляется электромагнитом.

Для прижима пачки обрезаемого материала на станке имеется прижимная траверса с приводом от гидроцилиндра. Между ножевой и прижимной траверсами расположен источник света, узкая полоска которого падает на пачку шпона, указывая место реза.

Станок снабжен кареткой, обеспечивающей параллельность передних и задних кромок, а также заданную ширину отрезанных полос. Настройка каретки на размер производится вручную маховичком. Каретка имеет механизм отсчета ширины полос, а также утапливаемые упоры. Перемещение упоров осуществляется гидроцилиндром. Привод каретки обеспечивается электродвигателем через червячный редуктор и цепную передачу.

Команда на пуск прижимной и ножевой траверс подается одновременным нажатием двух кнопок обеими руками.

#### Технические характеристики ножниц

	СК-1 (НГ18-1)	СК-2 (НГ28)
Наибольшая длина разрезаемого пакета, мм .....	1800	2800
Ширина разрезаемого пакета, мм .....	75 - 1000	75 - 1000
Наибольшая толщина пакета при резании поперек - вдоль волокон мм .....	30-90	30-90
Расстояние между столом и прижимной траверсой, мм .....	180	180
Скорость перемещения каретки с упорами, м/с, не менее .....	0,1	0,1
Мощность электродвигателей, кВт:		
привода гидронасоса .....	7,5	7,5
привода каретки с упорами .....	0,55	0,55
Габаритные размеры станка, мм:		
длина .....	2570	2570

ширина .....	3470	4470
высота .....	1650	1650
Масса станка, кг .....	4110	4760

## 14.4. Сушилки для шпона

Листы шпона при толщине 0,3 – 3,5 мм имеют большую поверхность, которая способствует интенсивному удалению влаги и препятствует сохранению плоской формы листов. Для сушки шпона разработаны специальные конструкции сушилок, различаемые по способу сушки.

**Дыхательный пресс.** В прессе реализуется контактный способ сушки, при котором тепло передается шпону при непосредственном контакте листов с горячими металлическими поверхностями. Пресс отличается небольшими габаритами, небольшим расходом тепла. В нем можно сушить тонкий шпон. Однако пресс не обеспечивает охлаждение шпона, в рабочей зоне повышается температура. Для выполнения технологических операций загрузки – выгрузки используется ручной труд.

**Ленточная сетчатая сушилка.** В сушилке тепло передается листам шпона конвекцией. Листы шпона подаются на сетку в продольном или поперечном направлении. Возможна сушка проходным способом. Однако сушилка отличается большими габаритами, большим расходом пара или электроэнергии. Качество сушки невысокое. При сушке наблюдаются значительные разрывы шпона.

**Роликовая сушилка.** В сушилке тепло передается шпону контактным, радиационным и конвективным способом. Воздух подается вентилятором через горячие калориферы и нагревает как шпон, так и подающие ролики. Роликовая сушилка отличается механизированной подачей шпона, большой производительностью и высоким качеством сушки. В качестве недостатков можно отметить большие габаритные размеры сушилки и загрязнение роликов при сушке шпона хвойных пород.

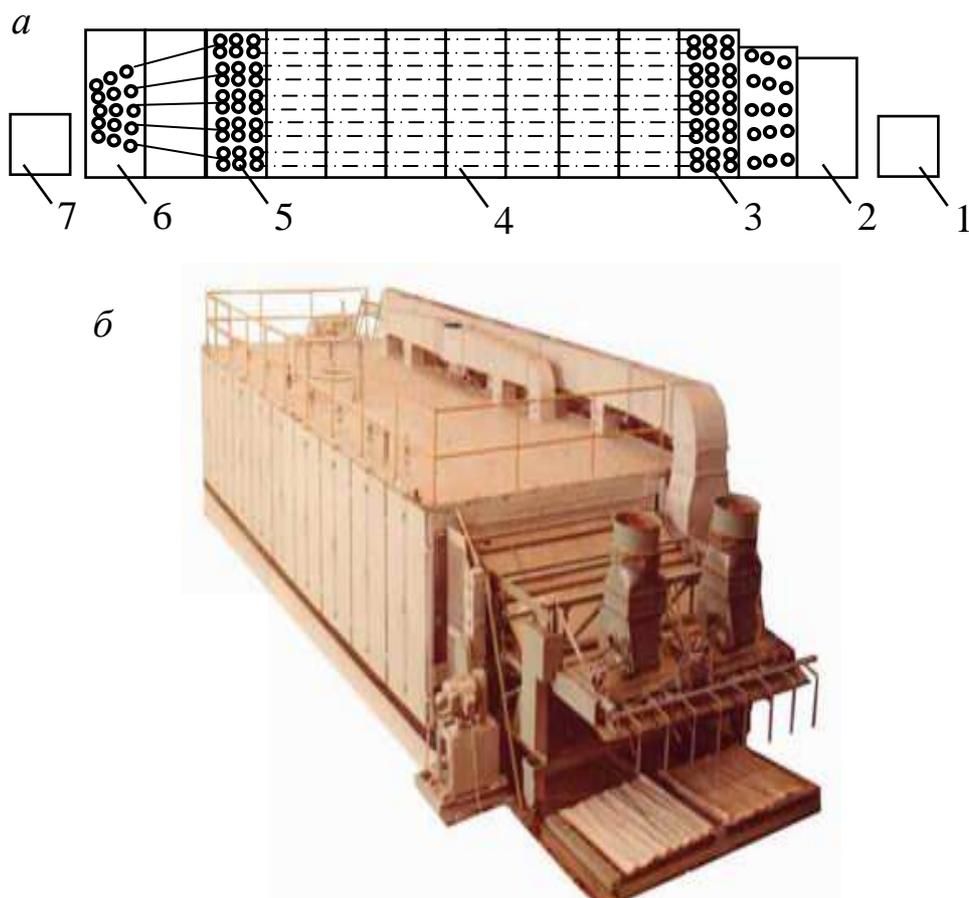


Рис. 136. Роликовая сушилка: *а* – схема; *б* – общий вид

Ярославский завод "Пролетарская свобода" выпускает роликовые сушилки с паровым обогревом проходного типа моделей СУР-4, СУР-5 и СУР-9 (рис. 136). Сушилка состоит из механизма загрузки 2, роликовой системы 3, расположенной в сушильной камере 4, секции охлаждения 5 и механизма разгрузки 6. Пакет 1 сырого шпона поступает к механизму загрузки, а сухой шпон укладывается в пакет 7. Ряды приводных сушильных роликов расположены в пять этажей.

### Технические характеристики сушилок

	СУР-4	СУР-5	СУР-9
Размеры загрузочной части, мм:			
длина .....	2050	2050	2050
ширина (рабочая длина роликов) .....	3690	3690	3690
Размеры сушильной части, мм:			
длина .....	12960	6480	19440

ширина .....	3690	3690	3690
Размеры секции охлаждения, мм:			
длина .....	1620	1620	1620
ширина .....	3690	3690	3690
Толщина высушиваемого шпона, мм .....	0,5 - 3,2	0,5 - 3,2	0,5 - 3,2
Количество этажей .....	5	5	5
Диаметр роликов, мм .....	102	102	102
Расстояние между осями роликов, мм .....	162	162	162
Средняя производительность сушилки при сушке шпона толщиной 1,5 мм (давление пара 0,8 МПа), м <sup>3</sup> /ч:			
из сплавного сырья .....	1,6	1	2
из сырья сухопутной транспортировки	2,0	1,25	2,5
Скорость движения шпона, м/мин .....	0,54 - 5,4	0,28 - 5,4	0,54 - 5,4
Поверхность нагрева калориферов, м <sup>2</sup> .....	645,0	323,0	967,5
Давление пара, МПа .....	0,6 - 0,8	0,6 - 0,8	0,6 - 0,8
Средний расход пара на 1м <sup>3</sup> сухого шпона	1100	1100	1100
Производительность вентиляторов, м <sup>3</sup> /ч:			
горячего воздуха .....	68000	34000	90000
холодного воздуха .....	17000	17000	17000
Мощность привода постоянного тока подачи шпона .....	5,3	5,3	7,2
Норма обслуживания, человек .....	3	3	3
Общая мощность двигателей .....	57,3	37,5	75,8
Габаритные размеры, мм:			
длина .....	18400	11920	24900
ширина .....	7310	7310	7310
высота .....	4110	4110	4110
Масса, кг .....	75800	42300	109500

## 14.5. Ребросклеивающие станки

**Классификация.** Ребросклеивающие станки предназначены для соединения отрезков лущеного шпона и формирования из них полноформатных листов.

По направлению подачи соединяемых полос станки делят на два класса: с продольной и поперечной подачей полос. В станках первого класса соединяемые кромки шпона параллельны направлению подачи, а в станках второго класса - перпендикулярны (рис. 137).

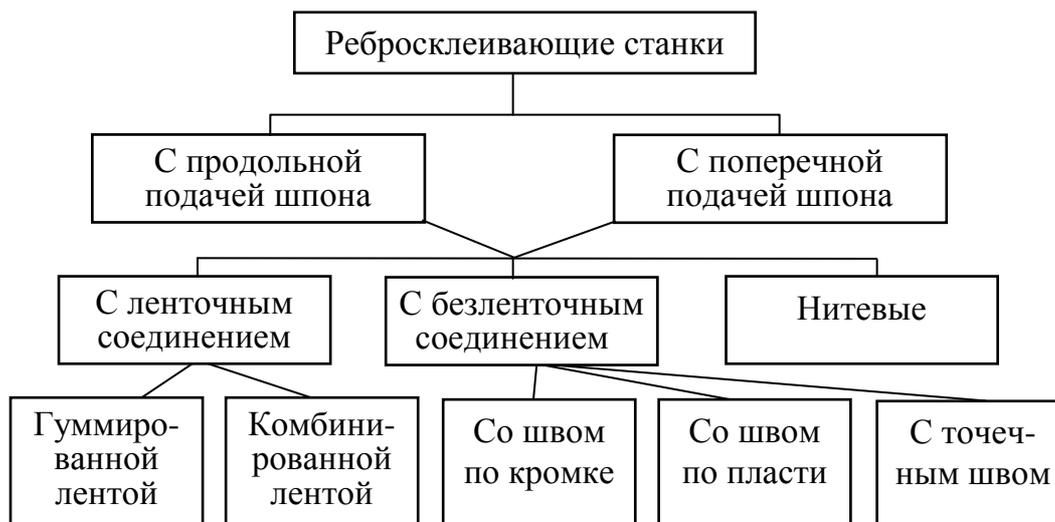


Рис. 137. Схема классификации ребросклеивающих станков

До 60-х годов широкое применение при ребросклеивании находили станки с ленточным соединением полос шпона. Соединение полос осуществлялось гуммированной лентой.

При ребросклеивании полосы шпона в пачке предварительно прифуговывают или обрезают на гильотинных ножницах типа НГ-18 и НГ-30. Зазоры между кромками полос шпона, сколы, риски, вырывы не допускаются. Отклонение от прямолинейности кромок не должно превышать 0,33 мм/м.

При ребросклеивании гуммированная лента 2 наклеивается на пласти соединяемых полос 1 вдоль кромки (рис. 138, а).

Гуммированная лента обеспечивает высокую прочность соединения полос шпона, достаточную для того, чтобы при формировании пакета фанеры лист не развалился. Однако этот способ соединения имеет существенный недостаток.

Гуммированная лента, находясь внутри пакета, понижает прочность фанеры.

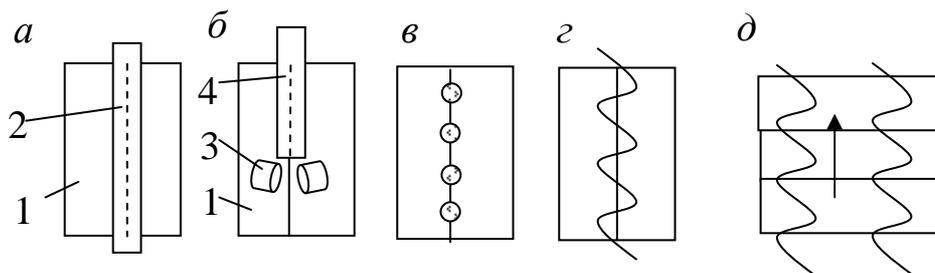


Рис. 138. Схемы ребросклеивания:

*a* – гуммированной лентой; *б* – с клеевым слоем по кромке;  
*в* – с точечным швом; *г*, *д* – термопластичной нитью

Для устранения указанного недостатка используют комбинированную ленту, которую готовят путем последовательной пропитки бумажной ленты сначала основным клеем, плавящимся при нагревании, а затем мездровым клеем. Комбинированная лента наклеивается на шпон так же, как и гуммированная лента. При горячем прессовании пакета фанеры основной клей комбинированной ленты плавится и прочно соединяет ее с листами фанеры.

Для ленточного ребросклеивания отечественная промышленность выпускала станки РС-6 и РС-7. В них гуммированная лента разматывалась из рулона, смачивалась водой в ванночке, а затем прижимным роликом наклеивалась на соединяемые полосы и отрубалась ножом.

Для ребросклеивания выпускались также станки моделей РС-5 и РС-8 с безленточным соединением. Они наносили клеевой шов по кромке соединяемых полос шпона. При подготовке к ребросклеиванию на этих станках пачку шпона предварительно обрезали на гильотинном станке. Затем на обработанную поверхность пачки наносился глиятиновый клей и подсушивался до состояния “отлипа”. При ребросклеивании две полосы шпона 1 подавались вдоль направляющей линейки под подающие сплавляющие ролики 3 и нагреватель 4 (рис. 138, б). Под нагревателем клей плавился и отверждался, соединяя полосы.

С появлением клеев-расплавов в 60-х годах конструкции ребросклеивающих станков изменились коренным образом. В группе станков с безленточным соединением появились станки, наносящие клей-расплав точками (каплями) по шву (рис. 136, в). ВПКТИМ разработано оборудование, клей-

расплав и режим точечного ребросклеивания: оптимальная скорость подачи полос при ребросклеивании 16 - 32 м/мин, толщина шпона 0,3 - 1,5 мм, шаг клеевых точек 20 - 30 мм и диаметр каплей 5 - 10 мм.

Начиная с 70-х годов в отечественной и зарубежной практике (фирма Кирег) для продольного ребросклеивания шпона широкое распространение получили станки, соединяющие полосы шпона термопластичной нитью. Нить на линию стыка наносится зигзагом (рис. 138, *г, д*). Соединение полос получается прочным, эластичным и обеспечивает плотное прилегание кромок шпона.

Термопластичную нить получают из нити стекловолокна, которую пропитывают в клее-расплаве и пропускают через калибровочное отверстие диаметром 0,28...0,38 мм. Клеевая нить поступает потребителю в бобинах.

**Ребросклеивающие станки.** На мебельных и фанерных предприятиях страны широко применяются станки модели РС-9. На ребросклеивающем станке (рис. 139) клеевая нить из бобины 1 подается в электрический нагреватель 2 с температурой в нем 500 - 520°С. В нагревателе клей на нити плавится. Нитеводитель 8, совершая возвратно - поступательные движения, укладывает нить зигзагом на пласти соединяемых полос 5. Ролик 7 прижимает расплавленную нить к полосам 5. Для того чтобы нить прилипла к полосам шпона, а не к ролику, ролик постоянно смазывается пропитанной в масле губкой 6.

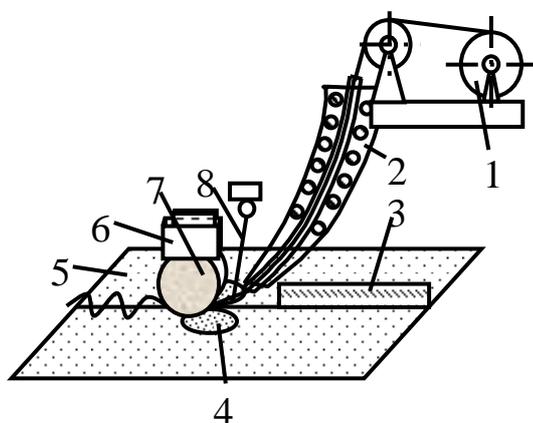


Рис. 139. Схема ребросклеивающего станка

пературой в нем 500 - 520°С. В нагревателе клей на нити плавится. Нитеводитель 8, совершая возвратно - поступательные движения, укладывает нить зигзагом на пласти соединяемых полос 5. Ролик 7 прижимает расплавленную нить к полосам 5. Для того чтобы нить прилипла к полосам шпона, а не к ролику,

ролик постоянно смазывается пропитанной в масле губкой 6.

Механизм подачи станка выполнен в виде двух наклонных дисков 4, расположенных по обе стороны направляющей линейки 3.

Общие виды современных ребросклеивающих станков с продольной и поперечной подачей шпона показаны на рис. 140 и 141.

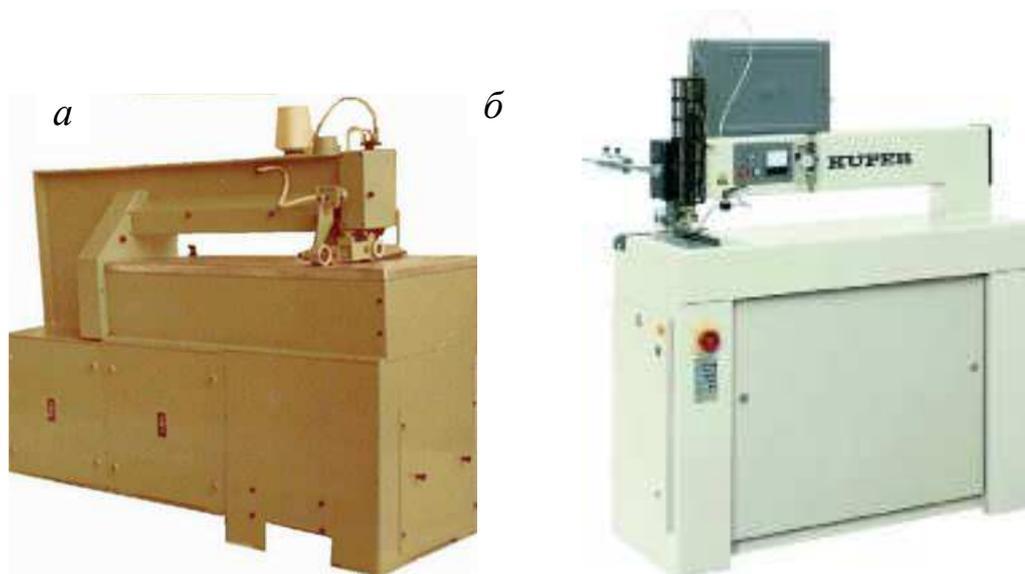


Рис. 140. Станки для ребросклеивания шпона по зигзагу:  
*a* – РС-9А (Россия); *б* – FW/J (Kuper)



Рис. 141. Станок ACR Superquick (Kuper)  
для поперечного склеивания листов шпона встык

### Технические характеристики ребросклеивающих станков

С продольной подачей шпона	С поперечной подачей шпона
----------------------------	----------------------------

	РС-9	“Купер”	“Рюкле” FSM-28	“Купер” DMF- 1800
Средство соединения полос шпона .....	Клеевая нить	Клеевая нить	Клей терморезактив.	Клеевая нить
Наибольшая длина шпона, мм	300	-	2800	1800
Толщина шпона, мм .....	0,4 - 4,0	0,3 - 3,0	0,5 - 4,0	2 - 6
Вылет головки, мм .....	900	1150	-	-
Скорость подачи, м/мин .....	14 - 40	10 - 30	3 - 12	1,5 - 10
Температура обогрева, °С .....	500	180 - 320	200	200
Число катушек с нитью, шт. ....	1	1	-	5
Число ходов нитеводителя, мин <sup>-1</sup>	130 - 1400	150 - 1500	-	-
Мощность обогревателей, кВт	-	0,25	15	7,5
Мощность электродвигателей, кВт .....	-	1,5	5,2	-
Габариты, мм .....	1835×650× 1790	2300×760× 1500	4700×3850 ×1700	10000× 5000×2750
Масса, кг .....	630	630	5100	4150

## 14.6. Станок шпонопочиночный

Станок шпонопочиночный модели ПШ-2АМ предназначен для механической заделки дефектных мест в листах сухого шпона путем установки вставок (заплат) на клею.

На станке производится вырубка дефектных мест (сучков, отверстий с гнилью и др.), высечка заплат из отдельной ленты шпона, намазка клеем кромок заплат и вставка их в вырубленное отверстие [14].

Рабочими органами станка являются верхняя и нижняя режущие головки, которые взаимодействуют соответственно с верхним и нижним кулачковыми валами, приводимыми в движение от одного электродвигателя через ременную и зубчатые передачи.

Верхняя режущая головка состоит из прижима 1, пуансона 2 и выталкивателя 3 (рис. 142). Нижняя головка выполнена в виде пуансона 8. На столе 5 станка закреплена матрица 6.

При работе лист шпона 4 кладут на стол, располагая дефектное место под пуансоном 2. Включают привод головки. Прижим 1 фиксирует лист на матрице 6. Пуансон 2 вырубает дефектное место. Вырубленная пластинка проталкивается вниз вы-

талкивателем 3, и в зазоре между полоской шпона 7 и матрицей 6 она сдувается из рабочей зоны струей воздуха.

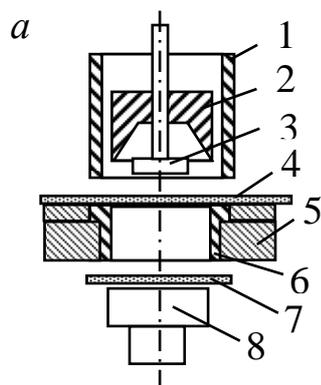


Рис. 142. Станок шпонопочиночный ПШ-2АМ:  
а – схема заделки дефектных мест; б – общий вид

При подъеме пуансона 8 из полоски доброкачественного шпона вырубается заплатка, на ее кромки форсункой разбрызгивается клей. Запатка поднимается и зажимается между пуансоном и выталкивателем 3 в листе шпона.

### Техническая характеристика ПШ-2АМ

Вылет консоли, мм .....	1650
Толщина обрабатываемого шпона, мм .....	0,95 - 4,0
Размеры пуансонов, мм .....	D-40; 40×25; 60×32; 80×40
Габаритные размеры, мм:	
длина .....	2810
ширина .....	850
высота .....	1620
Масса станка, кг .....	2150
Установленная мощность, кВт .....	0,75
Частота вращения вала, мин <sup>-1</sup> .....	1000
Расход потребляемого воздуха, м <sup>3</sup> /ч .....	0,03...0,06
Давление воздуха в пневмосети, МПа .....	0,4...0,6
Норма обслуживания, чел. ....	1
Количество непрерывных ударов штампа в минуту, не менее .....	56

### Контрольные вопросы и задания

1. При производстве фанеры применяют следующее оборудование: лущильные станки, ... (продолжите ряд).

2. Изобразите схему лущильного станка.
3. Как настраивается лущильный станок?
4. Изобразите схему установки чурака в лущильный станок.
5. Какие устройства применяются для сушки шпона?
6. При ребросклеивании применяют станки, соединяющие полосы гуммированной лентой, ... (продолжите ряд).
7. Изобразите схему починки шпона.

## 15. Оборудование производства древесно-стружечных плит

### 15.1. Рубительные машины

Рубительные машины предназначены для рубки круглых и колотых лесоматериалов, низкокачественной древесины, отходов лесопиления и деревообработки в технологическую щепу с длиной волокон 15 – 25 мм. Машины применяются на лесопильных и деревообрабатывающих предприятиях.



Рис. 143. Машина рубительная MP2-20



Рис. 144. Машина рубительная MPT-20B-1

В производстве наибольшее распространение получили дисковые рубительные машины. Отечественная промышленность выпускает машины следующих моделей: MP3-40Н, MP3-50Н, MP3-40ГБ, MP3-50ГБ, MP2-20, MP2-20Н, MPT-20B-1, MPT-40-1, MP5-150, MP7-300А, MP7-300Б и др.

Машины МР2-20 изготавливаются с наклонной подачей древесины, правым расположением загрузочного патрона и верхним выбросом щепы. Опорами ротора служат два сферических роликовых подшипника. На периферии диска приварены лопатки, обеспечивающие выброс щепы в циклон.

### Технические характеристики рубительных машин

	МР3-40Н	МР3-50Н	МР2-20	МРГ-20Б-1
Производительность, пл. м <sup>3</sup> /ч .....	40	50	20	20-25
Длина щепы, мм .....	15-25	15-25	15-25	17-22
Размеры поперечного сечения загрузочного патрона, мм .....	430 × 550	430 × 550	250×400	220×220
Размеры перерабатываемого сырья, мм:				
диаметр .....	50-315	50-315	50-220	200
максимальные размеры горбыля	100 × 420	100 × 420	90 × 350	50 × 400
Длина материала, мм .....	700-6000	700-6000	700-6000	6000
Приводной электродвигатель:				
мощность, кВт .....	132	160	75	75
частота вращения, мин <sup>-1</sup> .....	600	600	600	750
Масса машины, кг .....	8710	8930	6060	6200
Габаритные размеры машины, мм .....	-	-	-	2520×1720 × 1490

Машина МРГ-20Б-1 изготавливается с горизонтальной подачей древесины, правым расположением загрузочного патрона и прямоточным боковым (безударным) выбросом щепы.

Общий вид дисковых машин МР5-150, МР7-300А, МР7-300Б производительностью 150-300 м<sup>3</sup>/ч плотной щепы приведен на рис. 145.

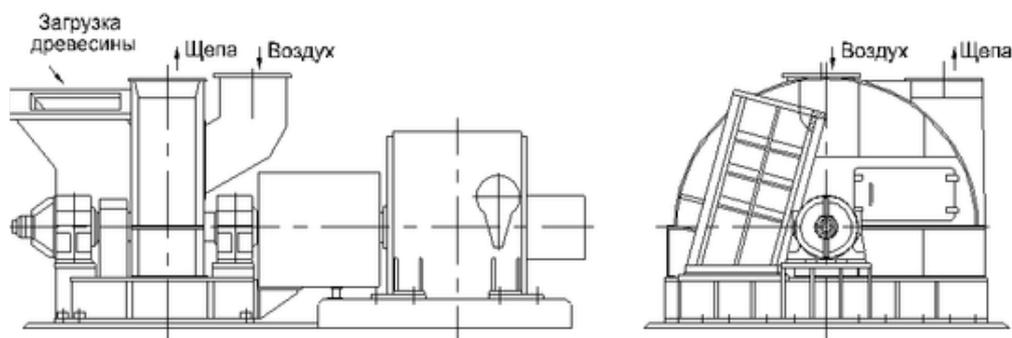


Рис. 145. Рубительные машины МР5-150, МР7-300А, МР7-300Б

## 15.2. Стружечные станки

Для производства древесно-стружечных плит используют стружку по ГОСТ 10632-77 с размерами по толщине – 0,1-0,5 мм, ширине – 0,5-10 мм и длине – 5-40 мм. Стружку получают на стружечных станках, дробилках и мельницах. Исходным сырьем для получения стружки служит низкосортная древесина в виде дров по ГОСТ 13-200-85, технологическая щепы по ГОСТ 15815-83 и другие древесные отходы.

### 15.2.1. Станок стружечный ДС-8

Станок ДС-8 предназначен для переработки дровяного сырья в стружку для наружных слоев и применяется в цехах по производству древесно-стружечных плит.

Станок (рис. 146) состоит из загрузочного транспортера 1, питателя 2 и ножевого вала 5. Питатель 2 состоит из двух цепных конвейеров, расположенных внутри верхней части станины. Каждый конвейер имеет по четыре ветви трехрядных тяговых цепей, между которыми установлены стальные направляющие для опоры заготовок при передвижении их в полость питателя.

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

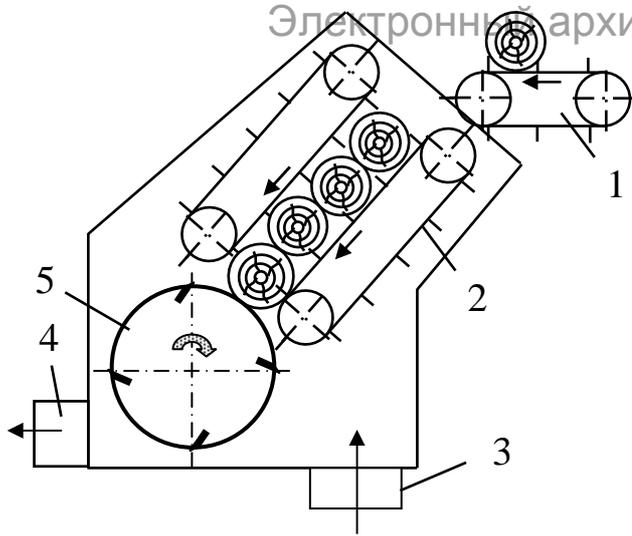


Рис. 146. Схема стружечного станка ДС-8

Ножевой вал станка представляет собой стальной цилиндр с пазами для плоских тонких ножей и ножедержателей. Ножи имеют ступенчатую режущую кромку. Расстояние между ступеньками равно длине стружки. Вал установлен на сферических

подшипниках. Привод ножевого вала осуществляется от электродвигателя с короткозамкнутым ротором, который вместе с подmotorной плитой установлен на общем фундаменте.

### Техническая характеристика станка ДС-8

Размеры перерабатываемых заготовок, мм:

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

На задней стенке в нижней части станины имеется открытая полость 4 для отвода стружки. В нижней части станины имеется проем 3, соединенный через специальный канал в фундаменте с воздухозаборной трубой, выходящей из цеха. При работе станка ножевой вал осуществляет поперечное срезание стружки и создает воздушный поток, который удаляет стружки через полость 4.

### 15.2.2. Станок стружечный ДС-7А

Станок предназначен для переработки технологической щепы по ГОСТ 15815-83 в стружку для производства древесно-стружечных плит. Станок (рис. 147) состоит из литого корпуса, в котором соосно смонтированы на подшипниковых опорах быстроходная крыльчатка 4 и тихоходный барабан с ножами 5. Крыльчатка приводится в движение от электродвигателя 3, а ножевой барабан – от отдельного электродвигателя через редуктор и цепную передачу. Крыльчатка и барабан вращаются в разные стороны.

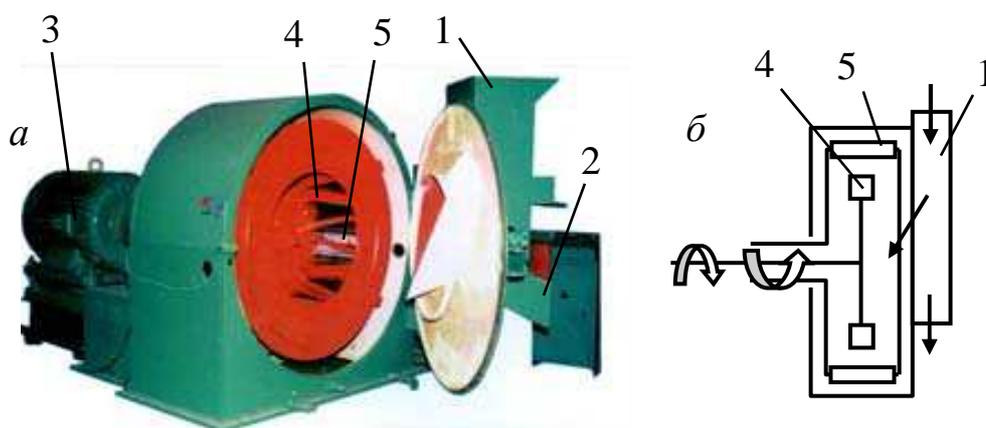


Рис. 147. Станок стружечный ДС-7А:  
а – общий вид; б – схема принципиальная

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

При работе щепа подается в воронку. Мелкие частицы щепы за счет вентиляционного эффекта, создаваемого вращающейся крыльчаткой, засасываются в рабочую полость станка.

Крупные частицы и посторонние тяжелые включения, имеющие большую массу, проваливаются вниз через окно наружу.

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

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

### 15.2.3. Дробилки и мельницы

Дробилки и мельницы применяются для получения мелкой стружки, используемой для наружных слоев древесно-стружечных плит. Размер стружки по ширине при дроблении определяется формой ячеек ситовых вкладышей, окружной скоростью дробильного органа и величиной зазора между дробильным органом и ситом.

**Молотковые дробилки.** В корпусе дробилки (рис. 148) смонтировано сито 1 цилиндрической формы и ротор с шарнирно закрепленными молотками 2. Ячейки сита имеют прямоугольную форму и расположены в шахматном порядке.

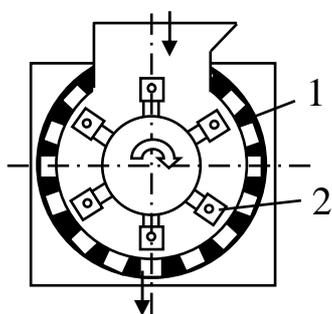


Рис. 148. Схема молотковой дробилки

Поступающие через загрузочное отверстие стружки под действием центробежных сил отбрасываются к стенкам сита, а вращающиеся молотки ударяют и раскалывают их в плоскости волокон. Измельченные частицы проходят через отверстия сита и воздушным потоком, создаваемым вращающимся ротором, выбрасываются из дробилки.

**Мельница модели ДМ-8А.** Мельница предназначена для переработки технологической щепы по ГОСТ 15915-83 и стружки отходов и получения стружки мелкой фракции для наружных слоев древесно-стружечных плит.

По конструкции и внешнему виду мельница похожа на стружечный станок ДС-7А, только вместо ножей 5 в барабане установлены зубчато-ситовые вкладыши. Необходимая степень измельчения стружек достигается подбором размера отверстий в ситовых вкладышах, а также профилей и размеров рифлений в зубчатых сегментах барабана.

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

### Технические характеристики станков для получения стружки

	ДС-7А	ДМ-8А
Наибольший размер перерабатываемых древесных частиц, мм:		
длина .....	10 - 60	10 - 60
ширина .....	30	30
Производительность, т/ч .....	4.5 - 7	9 - 16
Частота вращения ротора, мин <sup>-1</sup> .....	1 000	1 000
Габариты, мм .....	3800×2000×	2600×2000×
	1900	1900
Мощность электродвигателя, кВт .....	265	265
Масса, кг .....	10 500	5 700

### 15.3. Бункеры для хранения щепы или стружки

Для хранения древесной щепы и стружки на предприятиях используются вертикальные бункеры. Стенки бункеров выполняются вертикальными или расходящимися книзу, что способствует самопроизвольному опусканию материала при разгрузке бункера. Для разгрузки бункера используются шнековые питатели.

При длительном хранении измельченный материал слеживается, в бункере образуются своды, которые препятствуют поступлению материала к шнековым питателям. Для разрушения сводов питатели снабжаются планшайбой с рычагами-ворошителями.

Для разрушения сводов питатели снабжаются планшайбой с рычагами-ворошителями.

**Бункер ДБ060-1** предназначен для хранения межоперационных запасов древесной щепы или влажной стружки и дозированной по объему выдачи ее на последующие технологические операции.

Бункер 7 цилиндрической формы (рис. 149) установлен на сварном основании 1. На

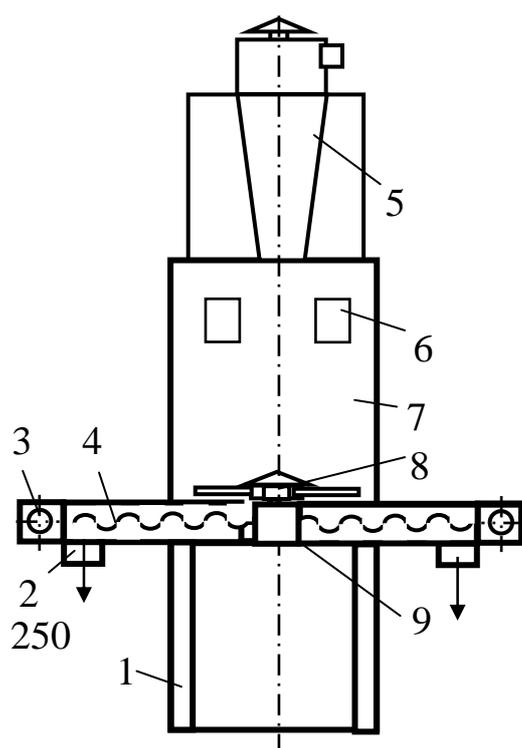


Рис. 149. Схема бункера ДБ060-1, ДБОС60-

дне бункера смонтировано два разгрузочных шнековых питателя 4 с редукторным приводом 3 и течкой 2. Шнеки соединены также с редуктором 9, на ведомом валу которого закреплена планшайба 8 с рычагами.

На крыше бункера установлен циклон 5, через который производится загрузка бункера древесными частицами.

#### Технические характеристики бункеров

	ДБО60-1	ДБОС60-1
Вместимость бункера, м <sup>3</sup> .....	60	60
Количество разгрузочных винтовых конвейеров, шт. ....	2	2
Производительность одного разгрузочного конвейера (регулируемая), м <sup>3</sup> /ч .....	12...120	12...120
Габаритные размеры бункера без отдельно расположенного оборудования, мм:		
длина .....	8400	8400
ширина .....	5100	5900
высота .....	11285	11950
Масса бункера, кг .....	20500	31500
Количество электродвигателей, шт. ....	6	6
Установленная мощность, кВт .....	23,3	23,3

**Бункер ДБОС60-1** предназначен для хранения и дозированной по объему выдачи сухой стружки на последующие технологические операции. В корпусе бункера имеются проемы, в которых установлены мембранные противозрывные клапаны. Клапаны выполнены в виде рамок 6 (см. рис. 149) с мембраной из фольги толщиной не более 0,2 мм. Клапаны установлены фольгой наружу. Корпус снабжен также системой пожаротушения.

## 15.4. Сепараторы стружки

Сепараторы применяются для сортировки стружки по размерам древесных частиц. При сортировке отбираются из общей массы стружки частицы, необходимые для формирования слоя стружечного ковра, отделяются древесная пыль и крупные частицы. Сепараторы могут быть пневматическими и механическими.

На рис. 150 приведена схема механического ситового сепаратора ДРС-2.

Сепаратор состоит из корпуса 2, в котором установлены в два

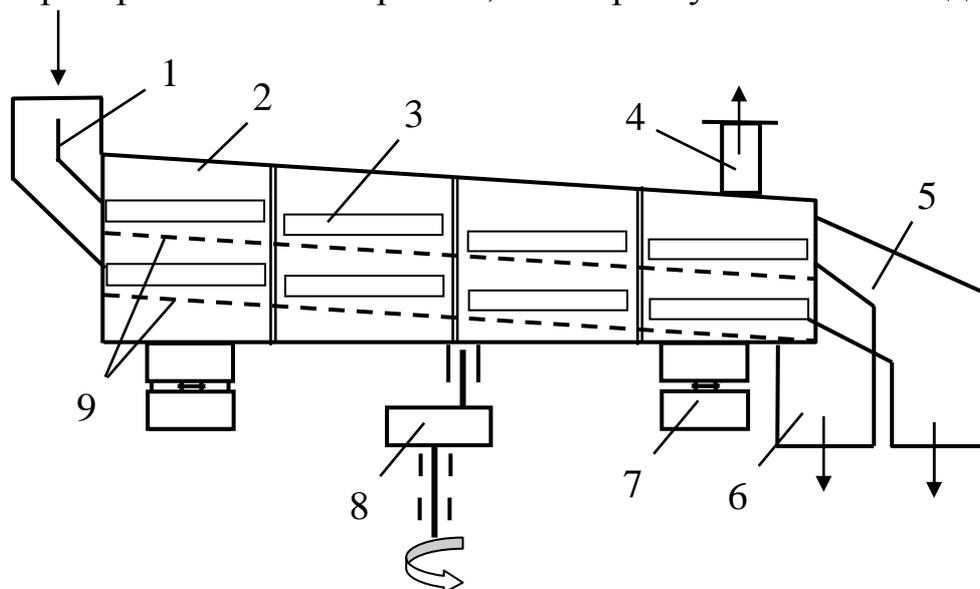


Рис. 150. Схема ситового сепаратора ДРС-2

ряда по высоте сменные сита. Сита состоят из отдельных секций, закрепленных на рамках. Для доступа к ситам в корпусе предусмотрены дверки 3. Под ситами расположены в два ряда сплошные наклонные листы 9 для сбора просеянных частиц.

Короб смонтирован на опорах 7 с угловыми одношариковыми подшипниками и снабжен эксцентриковым приводом 8. Под воздействием привода короб совершает плоскопараллельное качательное движение в горизонтальной плоскости. В результате этого каждое сито движется по траектории окружности диаметром 70 – 100 мм. При таком движении стружка не подбрасывается, а скользит по поверхности сита. На входе в короб поток стружки козырьком 1 делится на два потока. Стружка попадает на верхний и нижний ряды сит. Просеянная стружка проваливается через ячейки сит и попа-

дает на листы 9. По ним мелкая стружка скользит вправо и выходит из короба через течку 6. Крупные частицы, не прошедшие через ячейки сит, выходят из короба через течку 5. Пыль из короба отсасывается потоком воздуха через патрубок 4.

### Техническая характеристика ситового сепаратора ДРС-2

Производительность, кг/ч .....	10000
Общая площадь сит, м <sup>2</sup> .....	16,4
Число, шт.	
сит .....	2
сплошных листов .....	2
секций в каждом сите .....	4
Размеры секций, мм	
длина .....	2165
ширина .....	948
Частота качаний, мин <sup>-1</sup> .....	150; 180
Габаритные размеры, мм .....	5350 × 2670 × 2745
Масса, кг .....	4300

## 15.5. Смесительные машины

### 15.5.1. Классификация смесителей

Смесительные машины предназначены для перемешивания измельченных древесных частиц со связующим и другими добавками.

При классификации смесительные машины делят на типы, классы, подклассы, группы и подгруппы.

Тип смесительной машины определяется скоростью перемещения древесных частиц в смесительной камере, что позволяет судить о производительности смесителя.

При осмолении древесные частицы должны перемещаться относительно друг друга так, чтобы связующее могло доходить до их поверхностей и равномерно покрывать их. При перемещении частиц вращающимся лопастным валом можно выделить случай, когда центробежная сила, действующая на древесную частицу, равна силе тяжести этой частицы. Частота вращения лопастного вала в этом случае называется критической частотой. Это условие можно описать следующим уравнением:

$$mg = \frac{mV^2}{r}, \quad (103)$$

где  $m$  – масса древесной частицы, кг;  
 $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  
 $V$  – окружная скорость движения частицы, м/с;  
 $r$  – радиус лопастей вала, м.

Выразив окружную скорость движения древесной частицы через критическую частоту  $n_{кр}$ , получим

$$n_{кр} = \frac{42,3}{\sqrt{D}}, \quad (104)$$

где  $D$  – диаметр окружности, описываемой лопастями вала, м.

При классификации смесительные машины по отношению к критической частоте вращения лопастного вала делят на типы: тихоходные смесители, среднескоростные и быстроходные. Для тихоходных машин рабочая частота вращения лопастного вала  $n \leq n_{кр}$ . Перемешиваемые частицы всегда находятся в нижней части смесительной камеры. В среднескоростных смесителях рабочая частота вращения лопастного вала  $n_{кр} < n < 5n_{кр}$ . Древесные частицы под действием центробежных сил всегда находятся в разрыхленном состоянии. В быстроходных смесителях частота вращения лопастного вала  $n > 5n_{кр}$ . Древесные частицы в них под действием центробежных сил распределяются в стружечное кольцо, вращающееся в цилиндрическом барабане. Кольцо стружек прижато к стенкам барабана и из-за трения имеет пониженную частоту вращения.

Качество осмоления древесных частиц зависит от однородности их фракционного состава. Известно, что мелкие древесные частицы, обладающие большей суммарной поверхностью, чем крупные при одинаковом объеме, в большей степени впитывают влагу. Поэтому, если в смесительной камере окажутся мелкие и крупные частицы, то последние будут не проклеены. С учетом вышеизложенного, некоторые смесители снабжаются устройством для фракционирования частиц, которое значительно усложняет конструкцию смесителя. Таким образом, по возможности фракционирования смеситель-

ные машины делятся на два класса: без фракционирования и с фракционированием.

Подклассы машин определяются конструктивным признаком, позволяющим судить о направлении движения стружек в машине и занимаемой смесителем производственной площади. Все смесители могут быть двух подклассов: горизонтальные и вертикальные.

Группу смесительных машин можно отличать по конструкции перемешивающего органа. По этому признаку можно выделить смесители лопастные, гравитационные, с центрифугой, с игольчатым вальцом, пневматические.

Подгруппа машин определяется по способу подачи связующего в смесительный барабан: пневматическим или безвоздушным распылением, наливом, центробежным или внешним распылением.

### 15.5.2. Конструкции быстроходных смесителей

Для осмоления древесных частиц наибольшее распространение в современных условиях получили быстроходные смесительные машины без фракционирования горизонтальные лопастные. Быстроходные смесители применяются на практике с 1967 года. Конструктивно они выполняются по схеме, приведенной на рис. 151. Смеситель включает цилиндрический корпус 1 с крышкой, рубашку 2 для охлаждения корпуса холодной водой, загрузочный 7 и разгрузочный 3 патрубки.

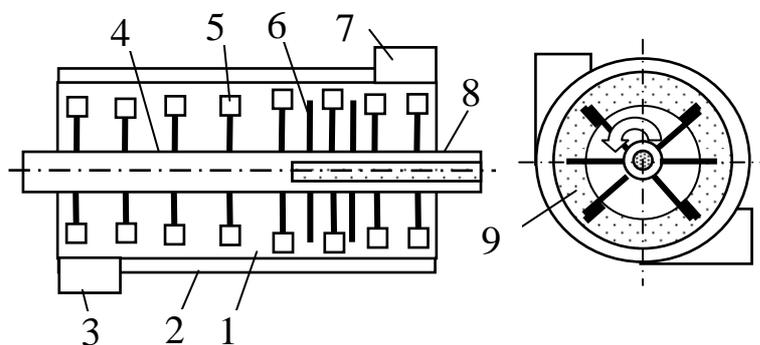


Рис. 151. Схема быстроходного смесителя

Внутри корпуса соосно ему расположен вал 4 с лопастями 5 и соплами 6. Вал смонтирован в подшипниковых опорах и соединен клиноременной передачей с электродвигателем. Вал выполнен полым. Его полость 8 соединена с соплами 6, и в нее подается связующее под давлением 0,05 - 0,1 МПа.

Внутренний диаметр корпуса смесителя равен 400 - 1000 мм, частота вращения лопастного вала 700 - 1600 мин<sup>-1</sup>.

При работе смесителя древесные частицы дозированно загружаются через загрузочный патрубок в корпус. Вращающиеся лопасти отбрасывают древесные частицы к стенкам и формируют вокруг него вращающееся стружечное кольцо 9. Лопасти, установленные с поворотом в сторону разгрузочного патрубка, вращаясь, перемещают стружечное кольцо к выходу.

Частицы проходят в корпусе три зоны: загрузки, облива связующим и интенсивного перемешивания, выгрузки. В первой зоне формируется стружечное кольцо. Во второй зоне через сопла под действием центробежных сил распыляется связующее, капельки которого при дальнейшем перемешивании размазываются по поверхностям частиц. В третьей зоне готовая смесь выгружается через разгрузочный патрубок.

В описанном смесителе связующее подается к древесным частицам центробежным способом **изнутри** стружечного кольца. Так выполнен отечественный смеситель модели ДСМ-5. При такой схеме подачи связующего стружечное кольцо и сопла вращаются в одну сторону. Скорость атаки капелек связующего с древесными частицами достигает 5 - 10 м/с.

В 1971-1972 гг. фирмы ФРГ "Шнитслер" и "Драйс" разработали способ ввода связующего **извне** стружечного кольца (рис. 152). В этом случае связующее подается из коллектора 3 через прозрачные трубки 2 к соплам 1. Необходимое количество сопел крепят на стенке корпуса в ряд по его длине.

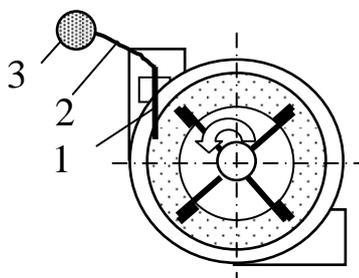


Рис. 152. Схема ввода связующего извне стружечного кольца

При вводе связующего извне стружечного кольца скорость атаки капелек связующего с древесными

частицами увеличилась до 15 - 20 м/с. Качество стружечно-клеевой смеси стало лучше. В настоящее время по этой схеме выпускаются отечественные смесители моделей ДСМ-7 и ДСМ-8, выполненные на базе узлов смесителя ДСМ-5.

**Корпус смесителя.** В смесителях капельки распыленного связующего попадают на внутренние стенки корпуса и образуют на них сплошную пленку. Клеевая пленка со временем затвердевает, растет по толщине и превращается в корку, которая может разрушиться и попасть в стружечно-клеевую смесь. Для удаления клеевой корки смеситель останавливают на чистку.

Для борьбы с коркообразованием корпус быстроходного смесителя снабжают рубашкой, т.е. двойной стенкой, в которую под давлением 0,05...0,2 МПа нагнетается холодная вода с температурой на входе около 12°C.

Корпус смесителя представляет собой цилиндрический барабан с крышкой. Стенки корпуса выполнены из нержавеющей стали. Для уменьшения трения древесных частиц о стенки корпуса и предотвращения коркообразования внутренние поверхности корпуса покрывают слоем износостойкой пластмассы, к которой не прилипает связующее. Для этого используют полипропилен, полиэтилен, тетрафторэтилен.

По краям корпуса расположены загрузочный и разгрузочный патрубки с подпорной заслонкой.

**Сопла.** Сопло предназначено для подачи раствора связующего в корпус смесителя. Оно представляет собой трубу с внутренним диаметром 5 - 10 мм. Выходное отверстие сопла должно быть повернуто так, чтобы древесные частицы не забивали его и связующее не попадало бы на стенки корпуса. Сопло может быть с загнутым концом. Расстояние между выступающими концами сопел и внутренней поверхностью корпуса примерно равно 8 мм.

**Лопастни смесителя.** Лопастни смесителя предназначены для создания стружечного кольца, транспортирования его вдоль корпуса, регулирования окружной и осевой скоростей и толщины стружечного кольца, регулирования времени пребывания древесных частиц в корпусе и для выгрузки их из смесителя. Каждой

зоне смесителя соответствует свой тип лопастей. Рабочий элемент лопасти, закрепленный на стержне, по форме может быть выполнен в виде плоской прямоугольной, серповидной, круглой или другой формы пластины.

Количество, шаг лопастей и их форма в каждой зоне выбираются по-разному с учетом их функций в данной зоне. Расстояние от наиболее выступающих точек лопастей до внутренней поверхности корпуса назначается примерно так: в зоне загрузки 5 мм, в зоне распыления связующего и перемешивания 8 мм и в зоне выгрузки 15 мм.

Для обеспечения продольного перемещения стружечного кольца рабочие поверхности лопастей должны быть повернуты по отношению к продольной оси вала под углом 0 - 45° в сторону разгрузочного патрубка. В зоне перемешивания для торможения продольного движения и увеличения толщины стружечного кольца некоторые лопасти поворачивают в обратную сторону.

**Вал.** Вал смесителя выполняется полым. На его наружной поверхности приварены платики для крепления лопастей и сопел. Полость вала может быть сквозной и предназначена для подачи через нее охлаждающей воды. В смесителях с центробежным способом распыления связующего в полости вала установлена перегородка. В этом случае через полость вала к соплам поступает связующее.

Вал установлен на шарикоподшипниковых опорах. После сборки лопастной вал должен быть статически сбалансирован.

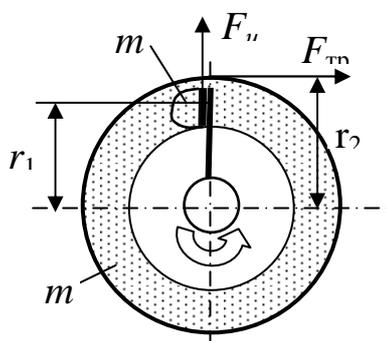
### Технические характеристики быстроходных смесителей

	ДСМ-7	ДСМ-8
Производительность, кг/ч:		
стружка . . . . .	2000...16000	1000...8000
мелкая фракция . . . . .	-	1000...6000
Размеры смесительного барабана, мм:		
длина . . . . .	2500	2000
внутренний диаметр . . . . .	600	500
Количество лопастей, шт. . . . .	-	16
Количество сопел, шт. . . . .	12	24
Расход охлаждающей воды, л/ч	3000	700

Частота вращения лопастного вала, мин <sup>-1</sup>	875	980
Установленная мощность, кВт . . . . .	55	40,6
Габаритные размеры, мм . . . . .	3800×1360×2740	3740×2813×1485
Масса, кг . . . . .	3650	3200

### 15.5.3. Расчет быстроходного смесителя

При работе смесителя лопасти захватывают древесные частицы массой  $m_1$  и сообщают им кинетическую энергию  $T_1$  (рис. 153):



$$T_1 = 0,5I_1\omega_1^2 = 0,5m_1r_1^2\omega_1^2z, \quad (105)$$

где  $I$  – момент инерции относительно оси вращения;

$\omega_1$  – угловая скорость вращения, с<sup>-1</sup>;

$$\omega_1 = \pi n/30;$$

$m_1$  – масса частиц, кг;

$r_1$  – радиус лопастей, м;

$z$  – количество лопастей, шт.

Рис. 153. Схема к расчету смесителя

Кинетическая энергия  $T_1$  расходуется на сообщение стружечному

кольцу массой  $m_2$ , кг, кинетической энергии  $T_2$  и на преодоление работы трения стружек о стенки корпуса  $T_{тр}$ :

$$T_1 = T_2 + T_{тр}, \quad (106)$$

$$T_2 = 0,5m_2r_2^2\omega_2^2, \quad (107)$$

$$T_{тр} = \pi Dm_2\omega_2^2r_2\mu, \quad (108)$$

где  $D$  и  $r$  – соответственно диаметр и радиус смесительного барабана, м;

$\mu$  – коэффициент трения скольжения стружечного кольца по стенке барабана;

$\omega_2$  – угловая скорость стружечного кольца, с<sup>-1</sup>.

Решая (105) относительно  $\omega_2$ , получим

$$\omega_2 = \frac{r_1\omega_1}{r_2} \sqrt{\frac{m_1z}{m_2(1+4\pi\mu)}}. \quad (109)$$

Осевая скорость движения стружечного кольца  $V_{ос}$ , м/с:

$$V_{oc} = 0,5V \sin 2\alpha, \quad (110)$$

где  $V$  – окружная скорость движения стружечного кольца, м/с;  
 $\alpha$  – угол между продольной осью вала и рабочей поверхностью лопасти, град.

Производительность смесителя  $\Pi$ , кг/ч:

$$\Pi = 3600m_2V_{oc}. \quad (111)$$

Мощность на лопастном валу  $P$ , кВт:

$$P = \frac{r_1^2 \omega_1^3}{2000} (m_{1;1} z_1 + m_{1;2} z_2 + m_{1;3} z_3), \quad (112)$$

где  $m_{1;1}$ ,  $m_{1;2}$ ,  $m_{1;3}$  – масса древесных частиц, захватываемая лопастью соответственно в зонах 1, 2 и 3, кг;  $z_1$ ,  $z_2$ ,  $z_3$  – количество лопастей в соответствующих зонах.

*Пример.* Рассчитать производительность и мощность на приводном валу смесителя, имеющего следующие параметры: внутренний диаметр смесительного барабана  $D = 300$  мм, длина барабана  $L = 1250$  мм, наружный диаметр лопастного вала  $d = 96$  мм, количество лопастей  $z = 30$  шт., в том числе: в зоне загрузки  $z_1 = 4$ ; в зоне распыления связующего  $z_2 = 12$ ; в зоне перемешивания и выгрузки  $z_3 = 14$ . Размеры лопастей, мм: загрузочных -  $100 \times 50$ ; в зоне распыления связующего  $30 \times 50$ ; перемешивающих  $80 \times 50$ . Угол поворота лопастей относительно оси вала: в первой зоне –  $45^\circ$ ;  $30^\circ$ ;  $20^\circ$ ;  $10^\circ$ ; во второй зоне -  $10^\circ$  и в третьей зоне –  $0^\circ$  -  $10^\circ$ . Частота вращения лопастного вала  $n = 1500$  мин<sup>-1</sup>.

*Решение.* Объем смесительного барабана, м<sup>3</sup>:

$$U = \frac{\pi L}{4} (D^2 - \varphi d^2), \quad (113)$$

где  $\varphi$  – коэффициент, учитывающий объем лопастей в долях от объема вала.

$$U = \frac{3,14 \cdot 1,25}{4} (0,3^2 - 1,2 \cdot 0,096^2) = 0,076 \text{ м}^3.$$

Объем смеси в барабане смесителя, м<sup>3</sup>:

$$U_{см} = kU, \quad (114)$$

где  $k$  – коэффициент заполнения смесительного барабана. По данным ВНИИДрев, оптимальное значение  $k = 0,57$ . Объем смеси в барабане  $U_{\text{см}} = 0,57 \cdot 0,076 = 0,043 \text{ м}^3$ .

Внутренний диаметр стружечного кольца  $D_{\text{вн}}$ , м:

$$D_{\text{вн}} = \sqrt{D^2 - \frac{4U_{\text{см}}}{\pi L}}. \quad (115)$$

$$D_{\text{вн}} = \sqrt{0,3^2 - \frac{4 \cdot 0,043}{3,14 \cdot 1,25}} = 0,215 \text{ м}.$$

Толщина стружечного кольца  $h_{\text{ск}}$ , м:

$$h_{\text{ск}} = (D - D_{\text{вн}}) / 2. \quad (116)$$

$$h_{\text{ск}} = (0,3 - 0,215) / 2 = 0,043 \text{ м}.$$

Принимаем, что все лопасти отступают от стенок барабана на 5 мм. Находим величину погружения лопастей в стружечное кольцо  $l$ , мм:

$$l = (D_{\text{л}} - D_{\text{вн}}) / 2, \quad (117)$$

где  $D_{\text{л}}$  – диаметр окружности, описываемой наружными кромками лопастей, мм.

$$l = (290 - 215) / 2 = 38 \text{ мм}.$$

Поскольку лопасти вращаются быстрее стружечного кольца, то можно считать, что они захватывают древесные частицы всей своей длиной 50 мм. Находим радиус центра тяжести рабочей площадки лопастей :

$$r_1 = 150 - 5 - 25 = 120 \text{ мм}.$$

Окружная скорость вращения лопастей  $V_{\text{л}}$ , м/с:

$$V_{\text{л}} = \frac{2\pi r_1 n}{60000}. \quad (118)$$

$$V_{\text{л}} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 120 \cdot 1500}{60000} = 18,84 \text{ м/с}.$$

Угловая скорость вращения лопастного вала  $\omega_1$ ,  $\text{с}^{-1}$ :

$$\omega_1 = \frac{3,14 \cdot 1500}{30} = 157 \text{ с}^{-1}.$$

Принимаем, что лопасть захватывает столбик древесных частиц высотой, равной ее наименьшей стороне. Находим массу древесных частиц, захватываемых лопастью,  $m_1$ , кг:

$$m_1 = abc\rho \cos \alpha, \quad (119)$$

где  $a, b, c$  – соответственно длина, ширина лопасти и высота столбика частиц, м;

$\rho$  - плотность древесных частиц,  $\rho = 180 \text{ кг/м}^3$ ;

$\alpha$  - угол поворота лопаток.

Значения  $m_1$  находим по зонам смесителя:

для зоны загрузки

$$m_{1; 1} = 0,1 \cdot 0,05 \cdot 0,05 \cdot 180 \cos\left(\frac{45 + 30 + 20 + 10}{4}\right) = 0,04 \text{ кг};$$

для зоны распыления связующего

$$m_{1; 2} = 0,03 \cdot 0,05 \cdot 0,03 \cdot 180 \cos 10 = 0,0077 \text{ кг};$$

для зоны перемешивания и выгрузки:

$$m_{1; 3} = 0,05 \cdot 0,08 \cdot 0,05 \cdot 180 \cos 5 = 0,036 \text{ кг}.$$

Масса стружечного кольца  $m_2$ , кг:

$$m_2 = U_{\text{см}} \rho. \quad (120)$$

$$m_2 = 0,043 \cdot 180 = 7,74 \text{ кг}.$$

Угловая скорость вращения стружечного кольца по формуле (109):

для первой зоны

$$\omega_{2; 1} = \frac{120 \cdot 157}{(150 - 21)} \sqrt{\frac{0,04 \cdot 4}{7,74(1 + 4 \cdot 3,14 \cdot 0,4)}} = 8,37, \text{ с}^{-1};$$

для второй зоны

$$\omega_{2; 2} = \frac{120 \cdot 157}{(150 - 21)} \sqrt{\frac{0,0077 \cdot 12}{7,74(1 + 4 \cdot 3,14 \cdot 0,4)}} = 6,36, \text{ с}^{-1};$$

для третьей зоны

$$\omega_{2; 3} = \frac{120 \cdot 157}{(150 - 21)} \sqrt{\frac{0,036 \cdot 14}{7,74(1 + 4 \cdot 3,14 \cdot 0,4)}} = 14,85, \text{ с}^{-1}.$$

Окружная скорость вращения стружечного кольца  $V$ , м/с:

$$V = \omega_2 (D + D_{\text{вн}}) / 2. \quad (121)$$

Для первой зоны  $V_1 = 8,37(0,3 + 0,215) / 2 = 2,16 \text{ м/с}$ ;

для второй зоны  $V_2 = 6,36(0,3 + 0,215) / 2 = 1,64 \text{ м/с}$ ;

для третьей зоны  $V_3 = 14,85(0,3 + 0,215) / 2 = 3,82$  м/с.

Критическая окружная скорость вращения стружечного кольца  $V_{кр}$ , м/с:

$$V_{кр} = \sqrt{gr_{ср}} \quad (122)$$

$$V_{кр} = \sqrt{9,81 \cdot (0,3 + 0,215) / 2} = 1,59 \text{ м/с.}$$

Сравнивая скорости вращения стружечного кольца в различных зонах с критической скоростью, отметим: скорость вращения древесных частиц во всех зонах больше критической. Это значит, что во всех зонах формируется стружечное кольцо.

Осевая скорость перемещения стружечного кольца по формуле (110):  $V_{ос} = 0,5V_3 \sin 2\alpha = 0,5 \cdot 3,82 \sin(2 \cdot 5) = 0,33$  м/с.

Производительность смесителя при открытой заслонке на разгрузочном патрубке по формуле (111) :

$$\Pi = 3600m_2V_{ос} = 3600 \cdot 7,74 \cdot 0,33 = 9195 \text{ кг/ч.}$$

При открытой заслонке древесные частицы находятся в барабане смесителя около 6 с. Хорошее проклеивание частиц получается при времени их пребывания в смесителе 20...25 с. Для этого включают в работу тормозную заслонку, которая должна в 4 раза дольше удерживать частицы в смесителе. Тогда производительность смесителя при включенной тормозной заслонке  $\Pi = 9195/4 = 2299$  кг/ч.

Мощность на валу лопастного вала по (112):

$$\begin{aligned} P &= \frac{r_1^2 \omega_1^3}{2000} (m_{1;1} z_1 + m_{1;2} z_2 + m_{1;3} z_3) = \\ &= \frac{0,12^2 \cdot 157^3}{2000} (0,04 \cdot 4 + 0,0077 \cdot 12 + 0,036 \cdot 14) = 21,1 \text{ кВт.} \end{aligned}$$

## 16. Оборудование для клеильно-сборочных работ

### 16.1. Оборудование для соединения заготовок по длине

**Общие сведения.** Одним из способов переработки отдельных отрезков древесины в кондиционные заготовки является склеивание их по длине. Это дает возможность все отбраковываемые пиломатериалы и некондиционные отрезки превратить в полноценные заготовки. Применение клееных заготовок позволяет наиболее полно использовать древесину и повысить качество изготавливаемых изделий. Наиболее часто заготовки склеивают по длине на зубчатые шипы. Зубчатое клеевое соединение и его параметры изображены на рис. 154.

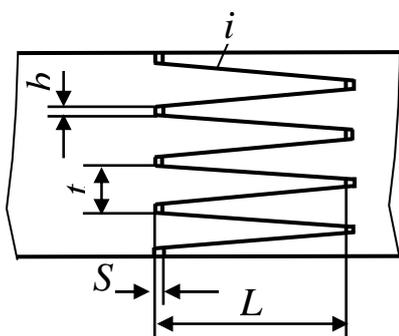


Рис. 154. Соединение деталей на зубчатые шипы

Размеры зубчатых шипов регламентированы ГОСТ 19414-79 “Древесина клееная. Зубчатые клеевые соединения. Размеры и технические требования”. Основные параметры зубчатых соединений и рекомендации по их применению приведены в табл. 14.

В технической документации зубчатые соединения обозначаются условно с указанием группы соединения и длины шипа, например, I- 32 ГОСТ 19414-79.

Таблица 14

**Параметры зубчатых соединений по ГОСТ 19414-79**

Группа соединения	Длина шипа, мм	Шаг соединения, мм	Затупление шипа, мм	Уклон шипа	Рекомендуемая область применения

I	50	12	1,5	1:11	Для склеивания по всему сечению напряженных элементов несущих конструкций
	32	8	1,0	1:10,5	
II	20	6	1,0	1:10	Для склеивания отдельных слоев многослойных элементов, а также элементов несущих конструкций по всему сечению
	10	3,5	0,5	1:8	
	5	1,75	0,2	1:7,5	

Увеличение длины шипов облегчает сборку соединения, позволяет снизить усилие прессования, однако приводит к увеличению потерь древесины.

По ГОСТ 19414-79 рекомендуемое давление прессования выбирают в зависимости от вида соединения следующим образом:

Соединение	I-50	I-32	II-20	II-10	II-5
Давление, МПа	1 - 1,5	2 - 2,5	3 - 3,5	5 - 6	8 - 10

Усилие, прилагаемое по оси срачиваемых отрезков  $F$ , Н:

$$F = \frac{pBh(t - 2k)}{t}, \quad (123)$$

где  $p$  – рекомендуемое давление прессования, МПа;

$B, h$  – ширина и толщина брусков, мм;

$t$  – шаг зубчатых шипов, мм;

$k$  – величина затупления шипа, мм.

Разрушающее напряжение клеевого соединения I группы достигает 80% и более от прочности цельной древесины, а II группы не менее 65% при испытаниях на изгиб и не менее 55% при испытаниях на растяжение.

**Линии срачивания.** Отечественная промышленность выпускает полуавтоматические линии для продольного срачивания пиломатериалов моделей ПДК 202, ОК 502, ДВ 202, ДПД 60-4 и др.

*Линия модели ПДК 202* предназначена для соединения отрезков пиломатериалов по длине в производстве крупнопанельных деревянных домов [16]. Линия включает в себя шипорезный агрегат в виде поперечного цепного конвейера и шипо-

резными станками по его бокам, а также клеенаносящую головку, пресс продольного сжатия и торцовочный станок.

**Техническая характеристика линии ПДК 202**

Размеры сращиваемых отрезков, мм:	
длина . . . . .	350 - 2500
ширина . . . . .	50 - 150
толщина . . . . .	20 - 80
Длина получаемых заготовок, мм . . . . .	1500 - 6000
Скорость подачи, м/мин:	
пресса . . . . .	7 - 30
шипорезного агрегата . . . . .	2 - 9
Вид зубчатого соединения. . . . .	I-32; II-10
	ГОСТ 19414-79
Производительность при $l = 1$ м и скорости подачи	600
пресса 20 м/мин, м/ч . . . . .	
Численность обслуживающего персонала, чел. . . . .	2
Усилие прессования, Н . . . . .	470400
Установленная мощность, кВт . . . . .	47
Габаритные размеры, мм . . . . .	13500 × 8650 × 2600
Масса, кг . . . . .	12500

**Линия сращивания брусков по длине ОК 502** входит в комплект оборудования для изготовления оконных блоков.

В состав линии входит шипорезный станок, пресс продольного сращивания и торцовочный станок. Она обслуживается тремя операторами и работает в полуавтоматическом режиме. Загрузка и перебазирование брусков при нарезании шипов, загрузка в продольный пресс и укладка заготовок в пакет производятся вручную.

**Техническая характеристика линии ОК 502**

Длина обрабатываемых брусков, мм . . . . .	250 - 1200
Поперечное сечение брусков, мм <sup>2</sup> . . . . .	50 - 150 × 40 - 85
Длина получаемых заготовок, мм . . . . .	560 - 2300
Скорость подачи в гусеничном прессе, м/мин	3 - 10
Максимальное усилие прессования, Н . . . . .	29420
Общая установленная мощность, кВт . . . . .	27
Габаритные размеры, мм . . . . .	18700 × 3400 × 1580
Масса, кг . . . . .	11770

**Линия ДВ 202** предназначена для склеивания по длине на зубчатые шипы отрезков коробок и наличников с последующим поперечным раскроем непрерывной ленты на заготовки заданной длины.

**Техническая характеристика линии ДВ 202**

Размеры обрабатываемых брусков, мм:	
длина . . . . .	300...1500
ширина . . . . .	50...80
толщина . . . . .	19...60
Длина получаемых заготовок, мм . . . . .	600...2300
Производительность линии, м/ч:	
при сращивании наличников . . . . .	600
при сращивании брусков . . . . .	300
Давление прессования, МПа . . . . .	0,49
Общая установленная мощность, кВт . . . . .	40,87
Габаритные размеры, мм . . . . .	25000 × 7950 × 1475
Масса, кг . . . . .	12300

**Станок шипорезный односторонний ШС-1000.** Станок предназначен для формирования зубчатых шипов на торцах заготовок, сращиваемых по длине. Применяется в столярном и мебельном производствах для изготовления клееного щита и бруса. Станок рекомендуется использовать в комплексе с



Рис. 155. Станок шипорезный односторонний ШС-1000

прессом для продольного сращивания модели ПСК-3000.

На станине станка (рис. 155) смонтированы пильный и шипорезный шпиндели с приводами, а также каретка с пневматическими прижимами, установленная на направляющих и соединенная с пневматическим цилиндром подачи. При работе заготовки немерной длины укладывают на ребро в пакет на столе каретки. Набранный пакет прижи-

мается к столу и боковой стенке боковым и вертикальным пневмоцилиндрами. Затем включается нижний пневмоцилиндр и каретка начинает перемещаться относительно пилы и фрез. Пила выравнивает торцы заготовок, а фрезы нарезают на торцах заготовок минишипы. После этого каретка возвращается в исходное положение, и пакет заготовок снима-

ется с каретки, переворачивается, противоположные торцы заготовок выравниваются, и пакет снова устанавливается на каретку для нарезания шипов с противоположной стороны.

**Техническая характеристика шипорезного  
одностороннего станка ШС-1000**

Наибольшая ширина заготовки, мм .....	300
Наименьшая длина заготовки, мм .....	200
Толщина заготовки, мм .....	10-50
Диаметр устанавливаемой пилы (Днар. × дпос.), мм	350 × 50
Диаметр устанавливаемой фрезы (Днар. × дпос.), мм	125 × 40
Скорость подачи, м/мин .....	2,5-15
Частота вращения отрезной пилы, мин <sup>-1</sup> .....	3000
Частота вращения фрезерного шпинделя, мин <sup>-1</sup> .....	6000
Количество электродвигателей, шт. ....	2
Установленная мощность электродвигателей, кВт	6,2
Габариты, мм .....	1430×775×1290
Масса, кг .....	475

**Пресс для сращивания заготовок по длине ПСК-3000** предназначен для продольного сращивания короткомерных брусьев из древесины и отрезания полномерных заготовок по длине. Применяется пресс в столярном и мебельном производствах для изготовления клееного щита и бруса.



Рис. 156. Пресс ПСК-3000 для продольного склеивания заготовок

Пресс (рис. 156) выполнен двухпозиционным: на одной позиции осуществляется набор ламелей в плеть, на другой позиции одновременно происходит опрессовка ранее собранной плети. Это сокращает технологический цикл.

Технологические операции выполняются в следующем порядке. Сначала на шипы ламелей наносится клей роликовым клеенаносящим устройством 1. Затем из ламелей на позиции 2 формируется плеть. В это время на позиции опрессовки происходит продольное сжатие ранее собранных ламелей. Крайние ламели пневмоцилиндрами 4 прижимаются к столам, и столы с помощью продольного пневмоцилиндра передают усилие прессования плети ламелей.

## Техническая характеристика прессы для продольного сращивания ламелей ПСК-3000

Максимальные размеры прессуемой заготовки, мм:	
длина .....	3050
ширина .....	120
толщина .....	100
Диаметр устанавливаемой пилы ( $D_{нар.} \times d_{пос.}$ ), мм	400 × 50
Скорость подачи заготовок, м/мин .....	30
Частота вращения клеенаносящего ролика, $мин^{-1}$ .....	50
Частота вращения пилы, $мин^{-1}$ .....	3000
Номинальное давление в пневмосети, МПа .....	0,5 - 0,7
Количество пневмоцилиндров, шт. ....	11
Количество электродвигателей, шт. ....	3
Установленная мощность электродвигателей, кВт ....	4,49
Габариты (длина × ширина × высота), мм .....	4260×1780×1300
Масса, кг .....	925

После завершения продольного прессования от плети отрезается заготовка заданной длины пилой 3. Отпиленная заготовка смещается в поперечном направлении на кронштейны-накопители. Описанные операции выполняются в полуавтоматическом режиме с автоподачей заготовок.

Установленная на прессе система управления производит самодиагностику работы прессы и выводит сведения о возникших неисправностях на дисплей, а также производит подсчёт набранных деталей.

## 16.2. Оборудование для склеивания заготовок по ширине и толщине

### 16.2.1. Общие сведения

При склеивании пиломатериалов по ширине и толщине получают изделия в виде щитов, балок.

Соединение делянок на клею осуществляют на гладкую фугу, в четверть, на фасонный фалец, ласточкин хвост, на шпунт и гребень, на вставную рейку (рис. 157).

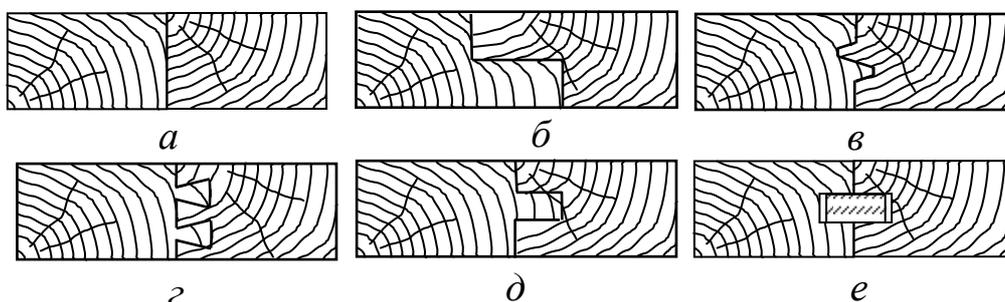


Рис. 157. Соединение делянок:

*а* – на гладкую фугу; *б* – в четверть; *в* – фасонный фалец;  
*г* – на ласточкин хвост; *д* – на шпунт и гребень; *е* – на шпонку

При склеивании щитов большое значение имеет ширина делянок. Для уменьшения коробления щитов ширина делянок должна быть не более 60 - 80 мм.

Величина коробления зависит также от направления годовых колец в делянках щита. Если годовые кольца делянок расположены в разных направлениях, то щит мало коробится и имеет высокую прочность.

Шероховатость поверхностей для склеивания должна быть 30 - 250 мкм, влажность древесины 8 - 12%.

Температура клеевого слоя при соединении древесины зависит от природы клея и условий склеивания. При холодном способе склеивания температура клеевого слоя назначается 15 - 18 °С. Для клеев, отверждающихся вследствие протекания химической реакции, эта температура может быть повышена до 40 - 45 °С.

При горячем способе склеивания минимально допустимая температура клеевого слоя назначается 95 - 100 °С для казеинового клея, 100 °С для карбамидоформальдегидных клеев, 110 - 115 °С для альбуминовых и 130 - 135 °С для фенолоформальдегидных клеев.

Для склеивания необходимо соединяемые поверхности плотно прижать друг к другу, но так, чтобы не выдавить клеевой слой. В зависимости от толщины соединяемых заготовок и вязкости клея давление прессования устанавливают следующие

щим образом: при склеивании фанеры белковыми и карбамидоформальдегидными клеями давление составляет 1,6 - 1,8 МПа, фенолоформальдегидными клеями 2,0 МПа, пленочными – 2,5 МПа; при склеивании древеснослоистых пластиков 15 - 16 МПа; при склеивании щитов, брусьев – 0,4 - 1,0 МПа; при облицовывании в вакуумной камере с резиновой оболочкой – 0,06 - 0,08 МПа.

Продолжительность прессования склеиваемых заготовок включает время прогрева клеевого слоя до рабочей температуры и время желатинизации клея. Сохнувшие клеи (коллагеновые и поливинилацетатные) желатинизируются в течение 1 - 4 ч. Еще медленнее отверждаются синтетические клеи холодного отверждения. Карбамидоформальдегидные и фенолоформальдегидные клеи за 2 - 4 ч набирают 50 - 60% прочности, а полностью отверждаются за 18 - 24 ч.

Карбамидоформальдегидные клеи горячего склеивания при 100°C отверждаются за 25 - 90 с, а фенолоформальдегидные при 140 - 150°C – за 2,5 - 5 мин.

### 16.2.2. Прессы, ваймы

**Прессы и ваймы холодного склеивания.** Пресс холодного склеивания (рис. 158) включает раму 1 со столом 2 и подвижными отдельными верхними плитами 3, которые установлены в направляющих и соединены с одним или несколькими штоками гидроцилиндров 4. На раме смонтирована гидростанция 5.

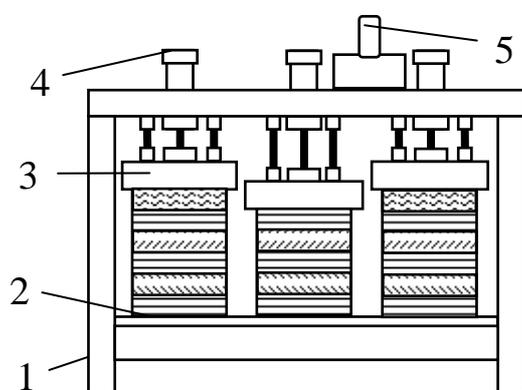


Рис. 158. Пресс с верхними разделенными плитами

Плита 3 может быть сплошной по длине прессы. В зависимости от вида склеиваемого материала длина верхней плиты достигает 2500 мм, а ширина – 1200 мм.

На рис. 159 показана вайма гидравлическая, включающая раму 1, на которой установлены переставные тра-

версы 2. На траверсе смонтированы упор 6 и гидроцилиндр 3, подсоединенный гибкими шлангами к гидростанции 7. Для управления ваймой имеется пульт 4.

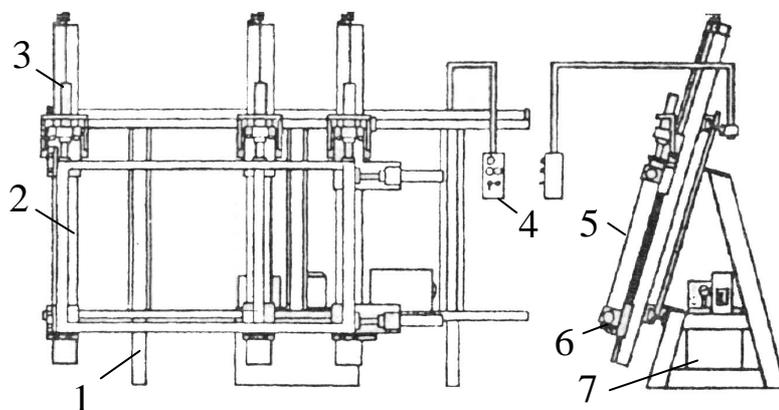


Рис. 159. Вайма гидравлическая

При работе склеиваемые заготовки с нанесенным клеем укладывают на упоры 6 в пакет 5. Затем включают гидроцилиндры, и они сжимают пакет.

Подобную гидравлическую вайму модели ИУ-1 и пресс ИУ выпускает Интер Урал (г. Екатеринбург). Вайма предназначена для сборки столярных блоков.

Пресс гидравлический ИУ позволяет склеивать заготовки для оконных и дверных блоков и других столярных изделий. Пресс состоит из двух секций по 5 гидроцилиндров в каждой. Возможна посекционная работа пресса.

### Техническая характеристика ваймы ИУ-1

Размеры собираемых блоков, мм:	
длина . . . . .	560 - 3000
ширина . . . . .	280 - 2000
толщина . . . . .	до 200
Количество обслуживающих, чел. . . . .	1
Гидроцилиндры:	
количество, шт. . . . .	5
диаметр поршня, мм . . . . .	60
давление масла в сети, МПа . . . . .	до 4
ход поршня, мм . . . . .	160
Мощность двигателя гидростанции, кВт . . . .	2,2
Габаритные размеры, м . . . . .	3,2×1,2×2,64
Масса, кг . . . . .	800

### Техническая характеристика прессы ИУ

Размеры собираемых заготовок, мм:		
длина . . . . .		до 8000
ширина . . . . .		до 1500
толщина . . . . .		до 250
Мощность, кВт . . . . .		4
Давление масла в сети, МПа . . . . .		до 9,5

На рис. 160 показана вайма веерная пневматическая модели ИУ-16 (Интер Урал). Вайма позволяет склеивать последовательно 16 щитов с максимальными размерами 1800×700×70 мм.

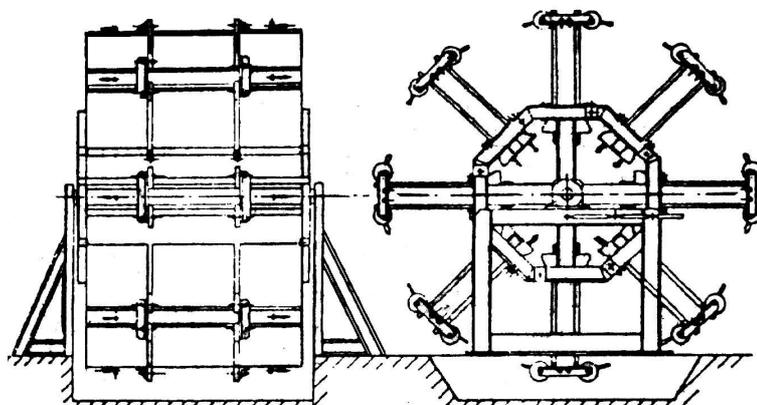


Рис. 160. Вайма веерная ИУ-16

Сжатие брусков в щитах производится пневмокамерами. Давление склеиваемых брусков составляет 0,7 МПа. Для предотвращения выпучивания щитов предусмотрены эксцентриковые боковые зажимы.

### Техническая характеристика ваймы ИУ-16

Размеры собираемых щитов, мм:		
длина . . . . .		до 1800
ширина . . . . .		до 700
толщина . . . . .		до 32
Количество обслуживающих, чел. . . . .		2
Давление прессования, МПа . . . . .		0,7
Давление сжатого воздуха в сети, МПа . . . . .		0,4
Габаритные размеры, мм . . . . .		2500×4000
Масса, кг . . . . .		850

На рис. 161 представлена вайма ПВС-3. Это вертикальный пресс, предназначенный для склеивания заготовок на гладкую



Рис. 161. Вайма ПВС-3 для склеивания щита или бруса

фугу по толщине с целью получения оконного клееного бруса, строительного конструкционного бруса. Кроме того, вайма используется для склеивания заготовок по ширине с целью получения щита из массивной древесины.

### Техническая характеристика ваймы ПВС-3

Размеры обрабатываемой заготовки, мм:	
длина .....	800
ширина .....	25
толщина .....	25
Усилие прессования, Н .....	70000
Суммарная мощность электродвигателей, кВт	4
Габариты, мм:	
длина .....	4100
ширина .....	1600
высота .....	2400
Масса, кг .....	2000

**Прессы горячего склеивания.** Схема прессы приведена на рис. 162. Пресс включает раму 1, гидроцилиндры 2, подъемные нижние столы 3, переставные нагревательные плиты 5, верхние балки 6.

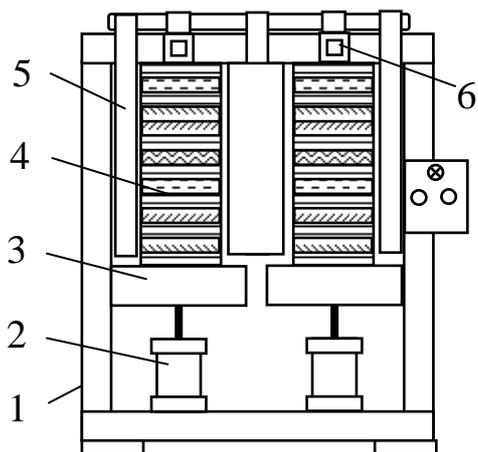


Рис. 162. Пресс с нагревательными плитами

При работе набранные пакеты 4 из склеиваемых заготовок передвигают на подъемные нижние столы 3. Включают гидроцилиндры, и столы поднимаются, прижимая пакеты к балкам. Горячие плиты излучают тепло, и боковые поверхности пакетов нагреваются. Тепло проникает в глубину пакетов постепенно. Около более горячих боковых поверхностей клей отверждается, а внутри пакета этот процесс протекает вяло. Через некоторое время, когда отвержденный клей на боковых поверхностях обеспечит транспортную прочность, пакеты выгружают и помещают в плотный штабель для технологической выдержки. В плотном штабеле за счет аккумулированного тепла происходит окончательное склеивание.

При работе набранные пакеты 4 из склеиваемых заготовок передвигают на подъемные нижние столы 3. Включают гидроцилиндры, и столы поднимаются, прижимая пакеты к балкам. Горячие плиты излучают тепло, и боковые поверхности пакетов нагреваются. Тепло проникает в глубину пакетов постепенно. Около более горячих боковых поверхностей клей отверждается, а внутри пакета

## Заключение

В учебном пособии приведено минимальное количество информации по конструкции деревообрабатывающего оборудования, соответствующее требованиям Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки дипломированного специалиста 656300 "Технология лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств". Рассмотренное в пособии оборудование не исчерпывает всего многообразия выпускаемых деревообрабатывающих машин. Так, в пособии не рассмотрено оборудование для отделки деревянных изделий, для производства гнутоклееных деталей, для спичечного производства и др.

При всем этом в учебном пособии изложены принципы функционирования деревообрабатывающих машин, знание которых позволит читателю самостоятельно разобраться в конструкции любой другой деревообрабатывающей машины. Современные деревообрабатывающие предприятия быстрыми темпами внедряют станки с ЧПУ и обрабатывающие центры. Это оборудование будущего, которое необходимо изучать в вузе.

## Библиографический список

1. Амирджянц Г.А., Белобрагин В.Я., Бойцов В.В. и др. Управление качеством продукции: Справочник. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 464 с.
2. Любченко В.И., Дружков Г.Ф. Станки и инструменты мебельного производства. – М.: Лесн. пром-сть, 1990. – 360 с.
3. Белкин И.М. Допуски и посадки (Основные нормы взаимозаменяемости). – М.: Машиностроение, 1992. – 528 с.
4. ГОСТ 6449.1-82. Изделия из древесины и древесных материалов. Допуски и посадки. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 10 с.

5. ГОСТ16467-70. Статистические показатели точности и стабильности технологических операций. Методы расчета. – М.: Изд-во стандартов, 1973. – 72 с.

6. **Автономов В.Н.** Создание современной техники: Основы теории и практики. – М.: Машиностроение, 1991. – 304 с.

7. **Манжос Ф.М.** Дереворежущие станки. – М.: Лесн. пром-сть, 1974. – 456 с.

8. **Грубе А.Э., Санев В.И.** Основы теории и расчета деревообрабатывающих станков, машин и автоматических линий. – М.: Лесн. пром-сть, 1973. – 384 с.

9. **Маковский Н.В., Амалицкий В.В., Комаров Г.А.** и др. Теория и конструкции деревообрабатывающих машин. – М.: Лесн. пром-сть, 1975. – 528 с.

10. ГОСТ 12.2.026.0-93. Оборудование деревообрабатывающее. Требования безопасности к конструкции. – М.: Изд-во стандартов, 1996. – 37 с.

11. **Амалицкий В.В., Амалицкий В.В.** Деревообрабатывающие станки и инструменты. – М.: Академия, 2002. – 400 с.

12. **Амалицкий В.В., Санев В.И.** Оборудование и инструмент деревообрабатывающих предприятий. – М.: Экология, 1992. – 480 с.

13. **Высоцкий А.В., Карпович И.Б., Соболев М.П.** и др. Приборы автоматического управления обработкой на металлорежущих станках. – М.: Машиностроение, 1995. – 328 с.

14. Деревообрабатывающее оборудование: Отраслевой каталог. – Екатеринбург: Бриз, 1995. – 227 с.

15. **Криваксин К.А.** Станки для продольной распиловки бревен. – Вологда: Экодрев-Станкотрейдинг, 2004. – 8с.

16. **Глебов И.Т., Новоселов В.Г.** Оборудование для склеивания древесины. – Екатеринбург: УГЛТА, 2000. – 142 с.

17. **Отлев И.А., Штейнберг Ц.Б., Отлева Л.С.** и др. Справочник по производству древесностружечных плит. – М.: Лесн. пром-сть, 1990. – 384 с.

## Предметный указатель

- Питатель цепной 118  
 Погрешности обработки 32  
 Податливость 41  
 Показатели качества 20  
 Порядок настройки 45  
 Посадка с зазором 27  
 Посадка с натягом 27  
 Прессы 271  
 Привод гидравлический 105  
 Привод машин 91  
 Привод пневматический 109  
 Прижимы 87-90  
 Программа управляющая 183  
 Производительность 20  
 Производство мебели 6  
 Пуск привода 97  
 Рамы лесопильные 206  
 Регулирование привода 101-104  
 Регулирование частоты вращения электродвигателя 92  
 Ремонтопригодность 51  
 Сепараторы стружки 252  
 Сервомотор 182  
 Система отверстия 31  
 Система ЧПУ 177  
 Шлешер 204  
 Сохраняемость 51  
 Способ настройки 44  
 Стабильность технологическая 42  
 Станина 60  
 Станки агрегатные 221  
   – для окон 175  
   – для раскроя бревен 202  
   – долбежные 163  
   – копировально-фрезерный 174  
   – круглопильные 127  
   – круглопильные для бревен 218  
   – ленточнопильные 125  
   – ленточнопильные для бревен 211  
   – лущильные 228  
   – многопильные для бруса 223  
   – обрезные 225  
   – окорочные 204  
   – прирезные 129  
   – присадочные 161  
   – ребросклеивающие 238  
   – рейсмусовые 139  
   – с ЧПУ 171  
   – сверлильные 158  
   – стружечные 246  
   – токарные 166  
   – торцовочные 134  
   – универсальные 130  
   – форматный 172  
   – фрезерные 147  
 Станки фуговальные 136

- Станки четырехсторонние  
продольно-фрезерные 143  
Станки шипорезные 155  
Станки шлифовальные 168  
Станки шпонопочиночные  
242  
Станок 7  
Стол роликовый 87  
Стол 81  
Суппорт 82  
Сушилки для шпона 235  
Схема 9  
Схема гидравлическая 12  
Схема кинематическая 10  
Схема пневматическая 14  
Схема принципиальная 9  
Схема электрическая 14  
Точность 32  
Точность геометрическая  
38  
Трудоемкость изготовле-  
ния 51  
Уровень технический 19  
Усилие тяговое 73  
Устройства для смазыва-  
ния 123  
Устройства загрузочные  
117  
Устройства защитные 119  
Центр обрабатывающий  
189  
Центры 66  
Циклограмма 24  
Число передаточное 11  
Шпиндель 62  
Шум 57  
Экодрев 5  
Экологичность 58  
Электродвигатели 91  
Эргономичность 56

## Оглавление

Предисловие .....	3
Введение .....	4
Часть I. Общие сведения о деревообрабатывающих машинах .....	7
1. Структура машин .....	7
1.1. Типы машин .....	7
1.2. Схемы машин .....	9
1.3. Классификация и индексация деревообра- батывающих станков .....	16
2. Технический уровень и качество деревообра- батывающих машин .....	19
2.1. Понятие о техническом уровне и качестве .....	19
2.2. Производительность рабочей машины .....	20
2.3. Точность и стабильность обработки .....	25
2.3.1. Допуски и посадки .....	25
2.3.2. Точность деревообрабатывающих станков .....	32
2.3.3. Геометрическая точность и жест- кость машин .....	38
2.3.4. Технологическая стабильность станка .....	42
2.3.5. Настройка станка на размер .....	44
2.4. Надежность .....	49
2.5. Технологические критерии .....	51
2.5.1. Трудоемкость изготовления машин .....	51
2.5.2. Критерий технологических возможностей .....	52
2.5.3. Использование материалов .....	53
2.5.4. Расчленение машины на элементы ...	55
2.6. Затраты на информационное обеспечение .....	56
2.7. Антропологические критерии развития .....	56
3. Функциональные механизмы деревообрабаты- вающих станков .....	59
3.1. Станина .....	60

3.2. Механизмы главного движения .....	60
3.2.1. Рабочие валы .....	60
3.2.2. Шпиндели .....	62
3.2.3. Центры, патроны .....	66
3.2.4. Механизмы с поступательным движением .....	67
3.2.5. Механизмы с возвратно-поступательным движением .....	68
3.3. Механизмы подачи .....	71
3.3.1. Вальцовые механизмы подач .....	72
3.3.2. Конвейерные механизмы подач .....	77
3.3.3. Столы, каретки, суппорты .....	81
3.4. Механизмы базирования .....	85
3.4.1. Понятия и определения .....	85
3.4.2. Роликовый стол .....	87
3.4.3. Прижимы .....	87
3.5. Приводы машин .....	91
3.5.1. Асинхронные электродвигатели .....	91
3.5.2. Основы динамики привода .....	93
3.5.3. Приведение статического момента и сил к валу двигателя .....	95
3.5.4. Пуск и останов привода .....	97
3.5.5. Регулируемые двигатели постоянного тока .....	99
3.5.6. Привод механизмов главного движения .....	100
3.5.7. Привод механизмов подачи .....	101
3.5.8. Гидравлический привод .....	104
3.5.9. Пневматический привод .....	109
3.6. Загрузочно-разгрузочные устройства ..	116
3.7. Защитные, предохранительные и блокирующие устройства .....	119
3.7.1. Защитные устройства .....	119
3.7.2. Ограждение режущего инструмента .....	120
3.7.3. Расклинивающий нож .....	121
3.7.4. Завесы .....	122
3.8. Органы управления .....	123
3.9. Устройства для смазывания .....	123

Часть II. Дереворежущие станки общего назначения	125
4. Станки для пиления древесины .....	125
4.1. Станки ленточнопильные столярные ..	125
4.2. Станки круглопильные .....	127
4.2.1. Общие сведения .....	127
4.2.2. Станки прирезные.....	129
4.2.3. Универсальные круглопильные станки	130
4.2.4. Наладка прирезных станков .....	132
4.2.5. Торцовочные станки .....	134
5. Станки продольно-фрезерные .....	136
5.1. Фуговальные станки .....	136
5.2. Рейсмусовые станки .....	139
5.3. Четырехсторонние продольно- фрезерные станки .....	143
6. Фрезерные станки .....	147
6.1. Общие сведения о фрезерных станках	147
6.2. Станки с нижним расположением шпинделя	148
6.3. Станки с верхним расположением шпинделя	154
7. Шипорезные станки .....	155
8. Сверлильные и сверлильно-фрезерные станки	158
9. Долбежные станки .....	163
10. Токарные станки .....	166
11. Шлифовальные станки .....	168
12. Станки с ЧПУ .....	171
12.1. Примеры выполнения станков с ЧПУ	171
12.1.1. Токарный автомат .....	172
12.1.2. Форматный станок Holz-Neer (Германия)	172
12.1.3. Копировально-фрезерный станок "Камя" .....	174

12.1.4. Станки для производства окон ..	175
12.2. Система ЧПУ .....	177
12.3. Двигатели .....	179
12.4. Управляющая программа .....	183
12.5. Система управления станков с ЧПУ .....	184
12.6. Смена режущего инструмента .....	185
12.7. Контроль точности обработки деталей	186
12.8. Обрабатывающий центр .....	189
12.8.1. Общая характеристика .....	189
12.8.2. Обрабатывающий центр для производства дверей и окон .....	196
12.8.3. Универсальный обрабатывающий центр Eco-Master .....	197
12.8.4. Двусторонний обрабатывающий центр АХА .....	198
 Часть Оборудование специальных	
III. деревообрабатывающих производств .....	201
13. Оборудование лесопильного производства .	201
13.1. Классификация .....	201
13.2. Станки для поперечного раскроя хлыстов и бревен .....	202
13.3. Окорочные станки .....	204
13.4. Станки для продольного распиливания бревен и брусьев .....	206
13.4.1. Оценка эффективности станков .	206
13.4.2. Лесопильные рамы .....	206
13.4.3. Ленточнопильные станки .....	211
13.4.4. Круглопильные станки для продольного пиления бревен .....	218
13.4.5. Агрегатные станки и линии для переработки бревен .....	221
13.4.6. Многопильные станки для развала бруса .....	223
13.4.7. Обрезные станки .....	225
14. Оборудование фанерного производства .....	228
14.1. Луцильные станки .....	228

14.2. Центровочно-загрузочное устройство .....	232
14.3. Ножницы для резания шпона .....	234
14.4. Сушилки для шпона .....	235
14.5. Ребросклеивающие станки .....	238
14.6. Станок шпонопочиночный .....	242
15. Оборудование производства древесно-стружечных плит .....	244
15.1. Рубительные машины .....	244
15.2. Стружечные станки .....	246
15.2.1. Станок стружечный ДС-8 ....	246
15.2.2. Станок стружечный ДС-7А	248
15.2.3. Дробилки и мельницы .....	249
15.3. Бункеры для хранения щепы или стружки	250
15.4. Сепараторы стружки .....	252
15.5. Смесительные машины .....	253
15.5.1. Классификация смесителей ..	253
15.5.2. Конструкции быстроходных смесителей .....	255
15.5.3. Расчет быстроходного смесителя	259
16. Оборудование для клеильно-сборочных работ	264
16.1. Оборудование для соединения заготовок по длине .....	264
16.2. Оборудование для склеивания заготовок по ширине и толщине .....	270
16.2.1. Общие сведения .....	270
16.2.2. Прессы, ваймы .....	271
Заключение .....	276
Библиографический список .....	276
Предметный указатель .....	278
Оглавление .....	281