

В.И.ЛЮБЧЕНКО
Г.Ф.ДРУЖКОВ

СТАНКИ И ИНСТРУМЕНТЫ МЕБЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Допущено Министерством лесной промышленности СССР в качестве учебника для средних специальных учебных заведений



МОСКВА
ЛЕСНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ
1990

1144391

Учебной дисциплине «Станки и инструменты мебельного производства» отводится важное место в профессиональной подготовке техника по специальности 0903 «Мебельное производство». Современные квалификационные требования к выпускнику среднего специального учебного заведения таковы, что изучение профилирующей дисциплины не может быть ограничено простым описательным разбором существующей технологии и применяемого оборудования. Чтобы учащийся научился самостоятельно пополнять свои знания, ориентироваться в потоке специальной информации, необходимо особое внимание уделять усвоению обобщенных сведений, формирующих понимание существа основных вопросов дисциплины, служащих основой самостоятельного анализа, и воспитывать творческое отношение к решению профессиональных задач. Исходя из этого положения, авторы большое внимание уделили структуре учебника, классификациям, обобщенной информации по рабочим процессам деревообрабатывающих машин, дереворежущему инструменту, конструкции и эксплуатации машин и оборудования.

Вместе с тем мебельное производство по назначению и многообразию видов продукции, повышенным требованиям к ее качеству, серийности изделий, быстро совершенствованию технологии занимает особое место среди других производств современной деревообрабатывающей промышленности страны. Эти особенности определяют специфику режущего инструмента, станков и оборудования. Учет и рассмотрение этой специфики, по мнению авторов, является важнейшим условием подготовки учебника для конкретной специальности.

Предметом учебной дисциплины «Станки и инструменты мебельного производства» являются теория, конструкции и эксплуатация рабочего инструмента, машин и оборудования. В учебнике отражены современное состояние и перспективы развития технологии и оборудования мебельного производства, включены сведения о назначении, технологическом

применении, конструкциях и эксплуатации деревообрабатывающих инструментов, станков и линий машин, необходимые для практической деятельности и дальнейшего повышения квалификации техника по специальности 0903.

В содержании учебника выделены 5 разделов: I — рабочие процессы дереворежущих станков; II — конструкции, подготовка и эксплуатация дереворежущего инструмента; III — общие сведения об оборудовании предприятий мебельного производства; IV — конструкции и эксплуатация деревообрабатывающих машин общего назначения; V — машины и оборудование мебельного производства. Такая структура позволяет достаточно четко систематизировать большой и разнообразный материал, составляющий основы знаний по предмету. Стабильность учебника в условиях быстрого обновления оборудования мебельного производства обеспечивается рассмотрением преимущественно типовых (базовых) моделей машин и инструмента.

Материал книги скоординирован с другими дисциплинами учебного плана специальности 0903, прежде всего с «Технологией производства мебели» (авт. В. И. Бухтияров, 1987 г.).

В учебнике предисловие, разделы I и II написаны канд. техн. наук, доцентом В. И. Любченко, разделы III, IV, V — канд. техн. наук, доцентом Г. Ф. Дружковым.

Авторы с благодарностью примут замечания и предложения по улучшению книги от учащихся и преподавателей техникумов по адресу: 141001, г. Мытищи Московской области, Московский лесотехнический институт, кафедра станков и инструментов.

Раздел 1. РАБОЧИЕ ПРОЦЕССЫ ДЕРЕВОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

Глава 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РЕЗАНИИ ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

1. Сущность и технологическое назначение резания

Резанием называют технологический процесс разрушения связей между частицами материала обрабатываемой заготовки по заданной поверхности путем воздействия на заготовку рабочего орудия с целью получения изделия требуемых формы, размеров, шероховатости поверхностей. Резание является разновидностью механической обработки.

Механической обработкой древесины принято называть совокупность процессов, осуществляемых при изготовлении изделий из древесины, при которых обрабатываемые материалы не изменяют своего качества в отличие, например, от химической технологии, где в результате обработки меняется качество вещества.

При этом возможно изменение исходной формы, размеров и состояния поверхностей заготовки, структуры древесины, а также разрушение связей в материале заготовки.

В механической технологии древесины распространены следующие процессы: гнутья, при котором изменяется главным образом форма заготовки (изготовление лыж), прессования, при котором изменяются форма заготовки и структура древесины (изготовление подшипников скольжения), измельчения, при котором также нарушается структура древесины (истирание древесины на волокна в производствах бумаги и древесноволокнистых плит или размалывание на пылевидные частицы древесной муки в производстве пластмасс), раскалывания, при котором разрушаются связи в древесине по направлению наименее прочных связей (получение колотой клепки в бондарном производстве) и, наконец, резания, при котором в отличие от раскалывания связи в материале разрушают точно по заданному направлению, а к состоянию образуемых новых поверхностей предъявляют определенные технологические требования (пиление пиломатериалов на заготовки).

В процессах резания в качестве рабочих орудий используются режущие инструменты. В современной механической технологии древесины для всех разновидностей инструмента харак-

терно наличие клиновидных режущих элементов — лезвий, непосредственно взаимодействующих с заготовкой во время резания.

Данные современной науки показывают, что резание древесины — сложный процесс, в котором одновременно происходят механические, физические и химические явления. Механические явления процесса резания — это деформации и напряжения в обрабатываемом материале и лезвии, трение между обрабатываемым материалом и лезвием, силы резания. Физические явления процесса резания протекают на поверхностях скольжения древесины по лезвию и связаны с превращением затраченной на резание механической энергии в другие ее виды; это главным образом тепловые и электрические явления. Химические явления — это химические реакции на поверхностях скольжения, влияющие на скорость износа рабочих поверхностей лезвия, на его затупление.

Определяющую роль в резании играют механические явления: на процесс образования стружки расходуется большая часть работы резания; напряжения на поверхности контакта стружки с передней поверхностью лезвия во многом определяют нагрев режущего элемента и его износ; качество и точность обработки резанием непосредственно связаны с механическими явлениями в зонах стружкообразования и контакта стружки с передней поверхностью. Обычно механическими явлениями ограничиваются при рассмотрении сущности процесса резания.

Технологическое применение резания многообразно. В группе производств по первичной обработке древесины (лесопильное, деревянных сборных домов, слоистой клееной древесины, древесностружечных и древесноволокнистых плит) резанием осуществляют деление бревен на доски, бруски, заготовки или листовые полуфабрикаты (лущеный и строганый шпон), обрабатывают поверхности пиломатериалов и заготовок для придания им точной формы, размеров, необходимого взаимного расположения, снижения уровня шероховатости, измельчают отрезки бревен низкокачественной древесины и кусковые отходы на мелкие частицы заданных размеров и формы для изготовления из них плит или использования в целлюлозно-бумажной и лесохимической промышленности.

В группе производств по вторичной обработке древесины (мебельное, столярно-строительных узлов, деревянных музыкальных инструментов, корпусов и футляров для радиоаппаратуры и приборов точной механики, узлов, деталей, агрегатов и изделий для оборудования средств транспорта, спортивного инвентаря и т. п.) процесс резания в его различных технологических модификациях широко используется для превращения продукции производства первичной переработки в готовые изделия.

2. Движения процесса резания

На схеме резания (рис. 1) показаны предмет труда до обработки — заготовка 9 и после обработки резанием — деталь 7, режущий элемент 1 рабочего орудия во взаимодействии с заготовкой. В процессе резания исходная обрабатываемая поверхность 2 подлежит трансформации в обработанную поверхность 3 детали. Для этого с заготовки должна быть удалена часть материала — припуск 8. Режущий элемент воздействует на заготовку прежде всего лезвием — активным ребром клина с режущей кромкой 6, формирующим новую поверхность в заготовке — поверхность резания 4. Часть припуска, заключенная между двумя смежными поверхностями резания, составляет срезаемый слой 10 (на рис. 1, *а* заштрихован вертикальными линиями). Срезаемый слой, удаленный с заготовки лезвием и получивший объемную деформацию (изменение формы и размеров), называется стружкой 5. В простейшем случае припуск совпадает со срезаемым слоем, а поверхность резания — с обработанной поверхностью детали.

На практике, как правило, припуск больше предельного срезаемого слоя, который можно удалить лезвием за однократное движение. В этих случаях припуск удаляется постепенно, послойно (рис. 2). Обработанная поверхность либо формируется при последнем движении режущего элемента и совпадает с поверхностью резания (рис. 2, *а*), либо образуется из отрезков многих последовательно формировавшихся в припуске поверхностей резания (рис. 2, *б*). Процесс, осуществляемый по схеме 2, *а* и обычно используемый для получения стружки постоянной толщины, называют строганием. Процесс резания по схеме 2, *б* — цилиндрическое фрезерование — применяют для получения плоских и профильных поверхностей деталей.

Послойное удаление припуска с образованием стружек характеризует стружечное резание. Если заданная поверхность в заготовке получается без отделения стружек путем непосредственного разделения материала лезвием, то такой процесс называют бесстружечным резанием.

При бесстружечном резании экономно используют древесное сырье и полуфабрикаты, так как оно является по существу безотходным. Однако технологические возможности его ограничены: бесстружечным резанием (лезвиями, оформленными в виде полосовых или дисковых ножей, просечек, пуансонов и т. п.) удастся разрезать без значительного деформирования обработанной поверхности только относительно тонкие древесные материалы (шпон, фанеру, плиты). Бесстружечное резание очень широко применяется для раскроя синтетических облицо-

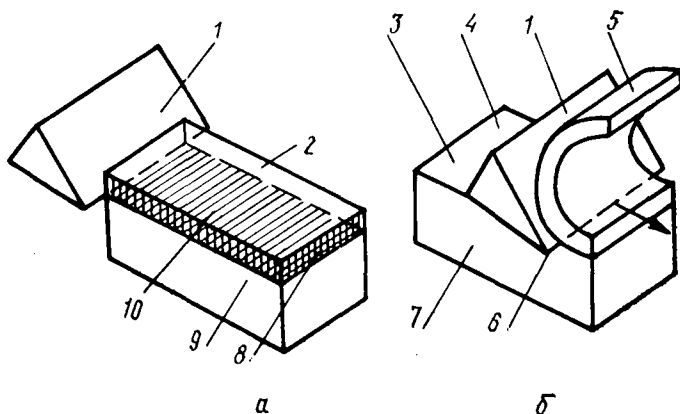


Рис. 1. Режущий элемент и заготовка:
а — до начала резания; б — во взаимодействии

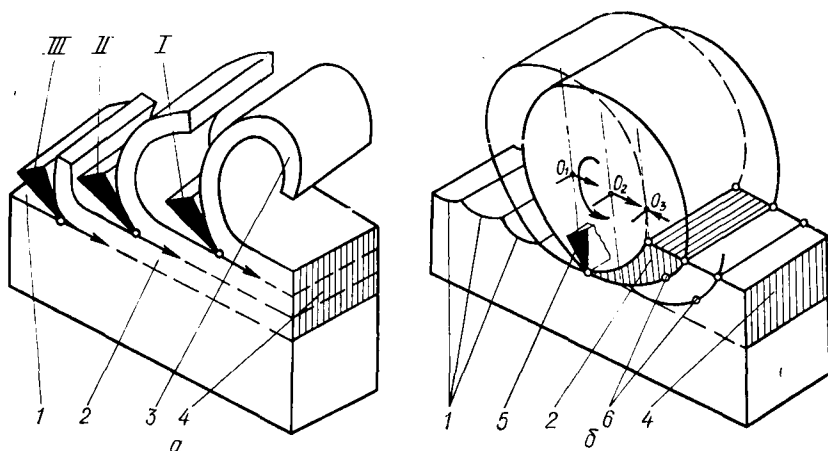


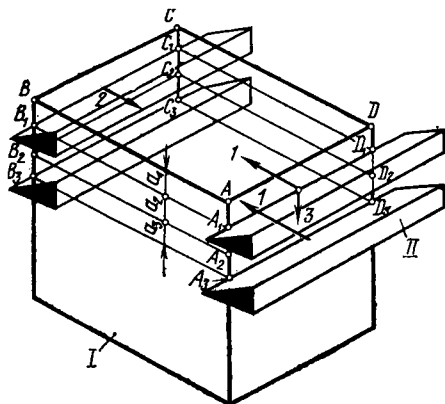
Рис. 2. Послойное удаление припуска:
а — строганием; б — фрезерованием; 1 — обработанная поверхность; 2 — срезаемый слой; 3 — стружка; 4 — припуск; 5 — режущий элемент; 6 — поверхность резания

вочных материалов. Большинство же станочных процессов резания древесины относится к стружечному резанию.

Рассмотрим рабочие движения резания при послойном строгании (рис. 3). Такая организация процесса резания применима как для удаления припуска, превышающего предельную толщину срезаемого слоя, так и для переработки заготовки в стружку — полуфабрикат заданной толщины и требуемого качества (например, строганный шпон).

Рис. 3. Рабочие движения при послойном строгании

Любое из движений процесса резания в принципе может быть сообщено либо лезвию, либо заготовке. Здесь условно все движения приданы лезвию (инструменту), заготовка считается неподвижной. При рассмотрении конкретных процессов резания будут описаны фактические движения инструмента и заготовки.



Сначала лезвию сообщают главное движение из положения A_1D_1 по стрелке 1 в положение B_1C_1 , в результате которого отделяется первый срезаемый слой толщиной a_1 , а на заготовке формируется поверхность $A_1B_1C_1D_1$.

Так как для формирования заданной поверхности $A_3B_3C_3D_3$ нужно удалить еще ряд слоев (на рис. 3 два) лезвие возвращают в исходное положение A_1D_1 (движение возврата по стрелке 2) и, сообщая ему движение подачи по стрелке 3, перемещают в новое положение A_2D_2 (лезвие не показано), которое определяет уровень следующей поверхности резания $A_2B_2C_2D_2$ относительно предыдущей $A_1B_1C_1D_1$, т. е. толщину срезаемого слоя a_2 . Далее, при срезании второго и третьего слоев лезвие последовательно занимает положения B_2C_2 , A_2D_2 , A_3D_3 , B_3C_3 .

Главное движение—это простое движение лезвия, обеспечивающее удаление одного срезаемого слоя. Движение подачи—простое движение лезвия, необходимое для последовательного удаления ряда срезаемых слоев.

В рассмотренном выше примере цилиндрического фрезерования (см. рис. 2, б) главным движением является вращательное движение лезвия в составе инструмента вокруг неподвижной оси. Действительно, при этом движении вокруг оси, находящейся, например, в положении O_2 , лезвие удалит один срезаемый слой (заштрихован на рисунке). Но чтобы последующая поверхность резания (цилиндрическая) сместилась относительно предыдущей и был удален следующий срезаемый слой, необходимо движение подачи—поступательное перемещение оси вращения инструмента из положения O_2 в положение O_3 . Понятно, что удаление предыдущего срезаемого слоя (заштрихованного) оказалось возможным в результате перемещения оси вращения из положения O_1 в положение O_2 .

В процессе резания может быть одно главное движение и одно или несколько движений подачи. Главное движение и дви-

жение подачи составляют основу хода резания, т. е. комплекса движений лезвия, обеспечивающих образование одной поверхности резания. Движения хода резания (главное, подачи) могут происходить непрерывно или прерывисто, одновременно или попеременно. Если одновременно с главным движением совершается еще хотя бы одно движение, каждая точка лезвия при резании совершает сложное движение.

Движением резания принято называть сложное движение лезвия при образовании поверхности резания. Например, при цилиндрическом фрезеровании (см. рис. 2, б) движение резания получается в результате сложения одновременно совершаемых вращательного главного движения и поступательного движения подачи.

Для многократного повторения ходов резания лезвие должно возвращаться в положение, исходное для начала очередного хода резания. Совокупность движений возврата составляет холостой ход. В простейшем случае (см. рис. 3) холостой ход — это движение возврата по стрелке 2.

Каждое движение характеризуется траекторией движения точки режущей кромки и законом движения этой точки вдоль траектории. В процессах резания древесины траекториями простых движений являются, как правило, прямая и окружность.

Различные сочетания главного движения и движения подачи с такими траекториями позволяют получать в станках разнообразные траектории сложного движения резания (рис. 4). Так, траекторией точки, вращающейся вокруг прямолинейно и равномерно движущегося центра, будет циклоида (рис. 4, а). Если точка режущей кромки при вращении равномерно движется по радиусу к центру вращения, ее траекторией является архимедова спираль (рис. 4, б). Точка, движущаяся по прямолинейной

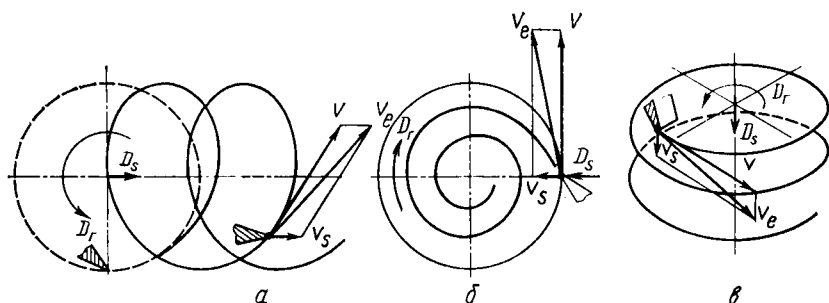


Рис. 4. Траектории резания:
а — циклоида; б — спираль Архимеда; в — винтовая линия; D_r — главное движение; D_s — движение подачи

образующей вращающегося цилиндра, имеет своей траекторией винтовую линию (рис. 4, в).

Закон движения определяется характером изменения во времени скорости движения и величиной скорости. Скорость главного движения с круговой траекторией обычно постоянна во времени. Ее величину (м/с) определяют по формуле

$$v = \pi Dn = \text{const}, \quad (1)$$

где D — диаметр окружности траектории главного движения, м; n — частота вращения, с⁻¹.

При возвратно-поступательном движении скорость главного движения может быть постоянной или переменной в зависимости от кинематики соответствующих механизмов привода. Для характеристики переменной скорости главного движения пользуются средней величиной скорости при возвратно-поступательном движении (м/с):

$$v_{\text{ср}} = 2Hn, \quad (2)$$

где H — длина хода лезвия, м; n — частота двойных ходов, с⁻¹.

Скорость сложного движения определяют как геометрическую сумму скоростей одновременно совершаемых движений. Так, скорость движения резания \bar{v}_e в большинстве станочных процессов складывается из скорости главного движения v и скорости подачи \bar{v}_s : $\bar{v}_e = \bar{v} + \bar{v}_s$. Учитывая, что скорость главного движения, как правило, во много раз превосходит скорость подачи и других движений хода резания, для практических целей можно считать траекторию резания совпадающей с траекторией главного движения и принимать $\bar{v}_e \approx v$, оговаривая при этом вносимую погрешность.

Для характеристики условий работы лезвия, зависящих от соотношения скоростей главного движения и движения подачи, служат показатели подачи на оборот и подачи на зуб.

Подача на оборот S_o — это длина пути точки режущей кромки лезвия, проходимого по траектории подачи за время одного цикла (хода резания и холостого хода, т. е. за время одного оборота или одного двойного хода инструмента):

$$S_o = v_s/n. \quad (3)$$

Подача на зуб S_z — расстояние между двумя смежными траекториями резания, измеренное по направлению движения подачи:

$$S_z = S_o/z_H, \quad (4)$$

где z_H — число зубьев, удаляющих срезаемые слои за время одного хода резания.

3. Геометрия лезвия

При всем многообразии станочного дереворежущего инструмента в любой конструкции могут быть выделены однотипные функциональные части: режущая часть (режущие элементы или резцы); присоединительная часть, при помощи которой инструмент связывается со станком или приспособлением; корпус, связывающий между собой режущую и присоединительную части.

При анализе процесса резания достаточно ограничиться рассмотрением активной части режущего элемента — лезвия. Под геометрией лезвия понимают совокупность характеристик его формы и расположения в пространстве. Пусть клиновидное лезвие 3 прошло в заготовке 4 некоторый путь (рис. 5, а), образуя стружку 2. В режущей части клина можно выделить следующие элементы: переднюю поверхность A_v , контактирующую со срезаемым слоем 1 и стружкой; заднюю поверхность A_a , примыкающую к режущей кромке 5 и обращенную к формируемой в заготовке поверхности резания P_n ; режущую кромку 5, образованную пересечением передней и задней поверхностей. В более сложных случаях полужакрытого (рис. 5, б) и закрытого (рис. 5, в) резания следует различать режущие кромки: главную AB и вспомогательные BC и AD . Соответственно у лезвия выделяют задние поверхности: главную, примыкающую к главной режущей кромке, и вспомогательные, примыкающие к вспомогательным режущим кромкам. Главной считается режущая кромка, формирующая большую сторону сечения срезаемого слоя. Вспомогательные режущие кромки формируют меньшие стороны. Элемент сопряжения главной и вспомогательной режущих кромок называют вершиной лезвия (точки A и B).

Передняя и задняя поверхности могут иметь любую форму (вогнутую, выпуклую или ломаной линии). Сопряжение режущих кромок может быть выполнено радиусным или точечным.

Положение режущих кромок и поверхностей лезвия в пространстве определяет угловые параметры процесса резания. Для определения углов установлены исходные координатные плоскости: основная плоскость и плоскость резания (рис. 5, а).

Основная плоскость P_v — координатная плоскость, проведенная через рассматриваемую точку (например, n) режущей кромки перпендикулярно направлению скорости главного v или результирующего v_e движения резания в этой точке. Плоскость резания P_n — координатная плоскость, касательная к режущей кромке в рассматриваемой точке и перпендикулярная основной плоскости P_v .

Дополнительными координатными плоскостями являются главная и нормальная секущие плоскости. Главная секу-

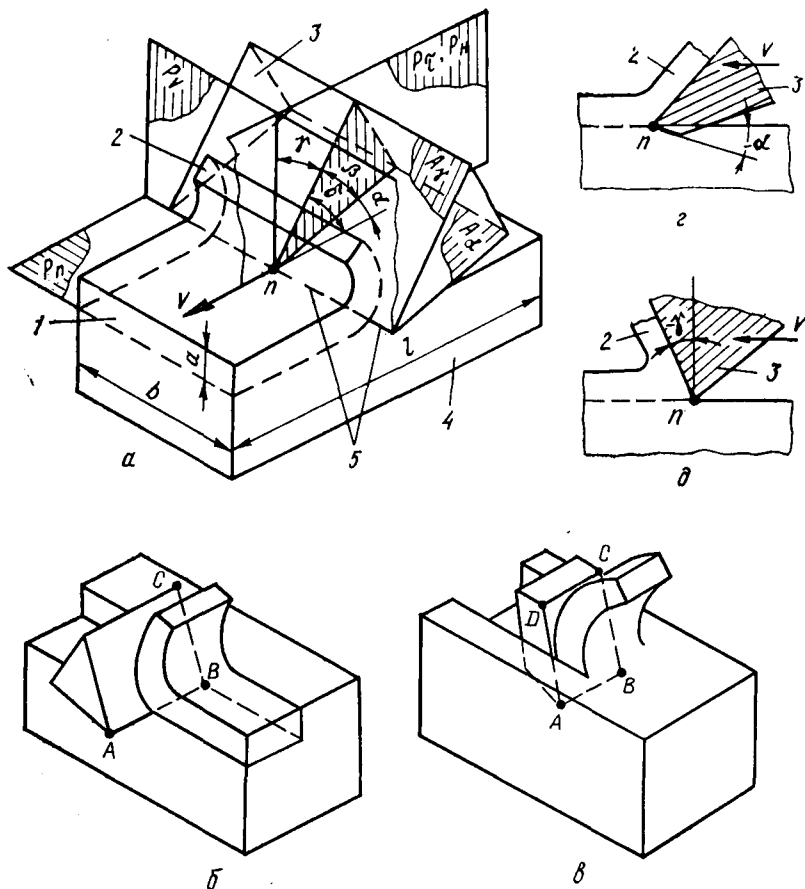


Рис. 5. Геометрия лезвия:

a — элементы геометрии; *б* — полузакрытое резание; *в* — закрытое резание; *г* — отрицательный задний угол; *д* — отрицательный передний угол

щая плоскость P_τ — координатная плоскость, перпендикулярная линии пересечения основной плоскости P_v и плоскости резания P_n . Нормальная секущая плоскость P_H — плоскость, перпендикулярная режущей кромке в рассматриваемой точке (на рис. 5 плоскости P_τ и P_H совпадают).

Выделяют также рабочую плоскость P_s , в которой расположены векторы скоростей главного движения резания v и движения подачи v_s (показана на рис. 6, д).

Угловые параметры резания характеризуются главными (при главной режущей кромке) и вспомогательными (при вспомогательной режущей кромке) углами, углом наклона главной режущей кромки.

Различают следующие углы (показаны на рис. 5, а для главной режущей кромки): γ — передний угол — угол в секущей плоскости P_τ между передней поверхностью лезвия A_γ и основной плоскостью P_n ; α — задний угол — угол в секущей плоскости P_τ между задней поверхностью лезвия A_α и плоскостью резания P_n ; β — угол заострения — угол в секущей плоскости P_τ между передней A_γ и задней A_α поверхностями лезвия.

Сумма заднего угла α и угла заострения β называется углом резания δ : $\delta = \alpha + \beta$. Между главными углами существует простейшая связь:

$$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ. \quad (5)$$

В случае, когда задняя поверхность лезвия оказывается под поверхностью резания (т. е. когда угол α прочерчивается в пределах контура лезвия) задний угол считают отрицательным (рис. 5, з). Передний угол γ также считают отрицательным, если он прочерчивается в пределах контура лезвия (рис. 5, д). С учетом знаков углов α и γ равенство $\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$ справедливо во всех случаях.

Главные углы могут рассматриваться в инструментальной, статической и кинематической системах координат (ГОСТ 25762—83).

Инструментальная система координат — прямоугольная система координат с началом в вершине лезвия, ориентированная относительно геометрических элементов режущего инструмента, принятых за базу (рис. 6, а). Применяется для описания конструкции режущего элемента или инструмента в целом, например при конструировании и изготовлении.

Статическая система координат — прямоугольная система координат с началом в рассматриваемой точке режущей кромки, ориентированная относительно направления скорости главного движения резания v . Определяет геометрию лезвия и его положение относительно заготовки в статике, т. е. без учета параметров главного движения и движения подачи (рис. 6, б).

Кинематическая система координат — прямоугольная система координат с началом в рассматриваемой точке режущей кромки, ориентированная относительно направления скорости результирующего движения резания v_e (рис. 6, в). Фактические величины углов в процессе резания находят отражение только в кинематической системе координат.

Рассмотрим кинематические углы подробнее. На рис. 6, г показано лезвие, перемещающееся относительно заготовки с результирующей скоростью v_e , причем вектор v_e совпадает с нормалью к режущей кромке (другими словами, когда режущая кромка расположена в основной плоскости P_n). Тогда на рис. 6, г плоскость XZ совпадает с плоскостями главной секущей P_τ и нормальной секущей P_n . Положение плоскости резания P_n совпадает с осью x , а положение основной плоскости P_n — с осью Z . По определению находим

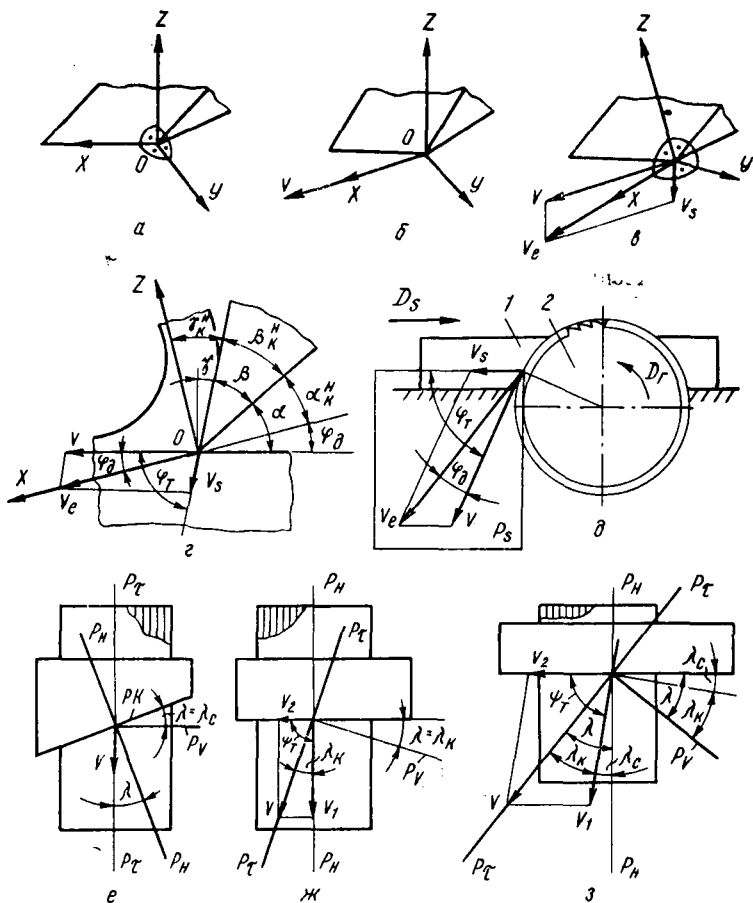


Рис. 6. Измерение главных углов резания:

a — система координат инструментальная; *б* — то же, статическая; *в* — то же, кинематическая; *г* — изменение кинематических углов в нормальном сечении; *д* — положение рабочей плоскости P_s в процессе пиления; *е* — схема резания при статическом угле наклона $\lambda_c \neq 0$; *ж* — то же, при $\lambda_c = 0$ и наличии дополнительного движения со скоростью $v_2 \neq 0$; *з* — то же, при $\lambda_c \neq 0$ и $v_2 \neq 0$

кинематические углы для главной режущей кромки (главные кинематические углы): α_K^H — задний, β_K^H — заострения, γ_K^H — передний (буква «н» в обозначении напоминает о том, что режущая кромка нормальна векторам v_e и v).

Связь между кинематическими углами α_K^H , β_K^H , γ_K^H и статическими углами α , β , γ устанавливают через угол движения φ_d (рис. 6, *г*, *д*):

$$\alpha_K^H = \alpha - \varphi_d; \quad \gamma_K^H = \gamma + \varphi_d; \quad \beta = 90^\circ - \alpha_K^H - \gamma_K^H. \quad (6)$$

$$\varphi_d = \arctg \frac{v_s \sin \varphi_T}{v + v_s \cos \varphi_T}, \quad (7)$$

где φ_T — технологический угол между векторами скоростей v и v_s (задан схемой обработки).

При $\varphi_T = 90^\circ$ формула для угла φ_d упрощается: $\varphi_d = \text{arctg}(v_s/v)$.

В практике резания древесных и облицовочных материалов распространены случаи, когда вектор скорости главного v или результирующего движения v_s не совпадает с нормалью к режущей кромке, т. е. случаи, когда режущая кромка PK наклонена к основной плоскости P_v на некоторый угол λ (рис. 6, *е, ж, з*; на них заготовка и резец показаны в плане).

Угол наклона режущей кромки λ следует определять как сумму статического угла наклона λ_c (см. рис. 6, *е, з*) и кинематического угла наклона λ_k (см. рис. 6, *ж, з*). Статический угол λ_c задается установкой лезвия в статической системе координат. Кинематический угол λ_k появляется в схемах резания, где скорость главного движения v задается как геометрическая сумма собственно главного движения со скоростью v_1 и дополнительного движения вдоль режущей кромки со скоростью v_2 (см. рис. 6, *ж, з*):

$$\lambda = \lambda_c + \lambda_k; \quad (8)$$

$$\lambda_k = \text{arctg} \frac{v_2 \sin \psi_T}{v_1 + v_2 \cos \psi_T}; \quad (9)$$

где ψ_T — технологический угол между векторами скоростей v_1 и v_2 (задан схемой обработки).

При $\psi_T = 90^\circ$ формула для угла λ_k упрощается: $\lambda_k = \text{arctg}(v_2/v_1)$.

Таким образом, в общем случае (при учете движения подачи и наклона режущей кромки к основной плоскости) кинематические углы равны:

$$\alpha_k = \text{arctg}(\text{tg } \alpha_k^n \cos \lambda); \quad (10)$$

$$\gamma_k = \text{arctg}(\text{tg } \gamma_k^n / \cos \lambda); \quad (11)$$

$$\beta_k = 90^\circ - \alpha_k - \gamma_k. \quad (12)$$

Технолог должен знать закономерности изменения статических углов резания при работе инструмента и уметь учитывать эти изменения при разработке требований к режущему инструменту и выборе режима резания. Значения наилучших углов α_k , β_k , γ_k выбирают по справочной литературе. Затем по соотношениям (8...12) следует определить кинематические углы, приведенные к нормальному сечению: α_k^n , γ_k^n , β_k^n . Далее по формулам (6) и (7) установить статические углы лезвия α , β , γ . Именно эти статические углы контролируют измерением их в нормальной секущей плоскости P_n .

Режущая кромка лезвия представляет собой переходную кривую поверхность, соединяющую переднюю и заднюю поверхности. Характеристики переходной поверхности объединяются в понятие микрогеометрии лезвия. Различают продольную (вдоль кромки) и поперечную (в нормальном сечении) микрогеометрии. Продольная микрогеометрия (рис. 7, *а*) характеризуется «шероховатостью» режущей кромки. Поперечная микрогеометрия характеризуется профилем лезвия в нормальном сечении. Идеальный геометрический клин был бы идеально острым (рис. 7, *б*). Кромка реального лезвия, проработавшего некоторое время, может быть принята за дугу окружности радиуса ρ (рис. 7, *в*). Радиус ρ называют радиусом округления режущей кромки.

Рис. 7. Микрогеометрия лезвия:

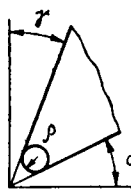
а — продольная; *б, в, г* — поперечная



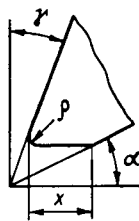
а



б



в



г

В начальном состоянии режущие элементы инструмента для резания древесины характеризуются показателями: шероховатость кромки (средняя высота наибольших неровностей профиля) 4...5 мкм, радиус округления 2...4 мкм.

Во время резания в результате сложных физико-химических процессов происходит износ лезвия, т. е. изменение геометрии и микрогеометрии его элементов. Следствием износа является затупление лезвия, т. е. потеря им остроты, режущих свойств. Затупление лезвия можно характеризовать различными параметрами. В большинстве случаев резания натуральной древесины ограничиваются величиной радиуса округления ρ , так как этот параметр оказывает главное влияние на силы резания и стружкообразование. В тех случаях резания, когда происходит интенсивный износ лезвия по задней поверхности, параметром затупления может служить величина износа по задней грани — ширина фаски X (рис. 7, г).

4. Материалы, обрабатываемые резанием

В производстве мебели резанием обрабатывают натуральную древесину (пиломатериалы, заготовки, строганый и лущеный шпон), искусственные материалы на древесной основе (прессованную, пластифицированную и клееную слоистую древесину, древесностружечные и древесноволокнистые плиты), синтетические облицовочные материалы (пленки на основе пропитанных бумаг или полимеров).

Обрабатываемость материалов резанием зависит от их строения (структуры) и показателей физических и механических свойств.

Структуру и свойства древесины обычно связывают с породой. Изучают структуру древесины по основным разрезам древесного ствола: поперечному (или торцовому), продольному радиальному и продольному тангенциальному.

Волокнисто-слоистое строение древесины вызывает ее анизотропность, т. е. различие свойств в различных направлениях. В структуре древесины кольцесосудистых лиственных пород,

а также хвойных с ярко выраженной ранней и поздней зонами годовичных колец, выделяют три таких взаимно-перпендикулярных направления: одно вдоль волокон и два поперек — радиальное (перпендикулярное слоям) и тангенциальное (вдоль слоев).

Древесина как материал, обрабатываемый резанием и в целостности входящий в состав готового изделия, характеризуется физическими и механическими свойствами.

Физические свойства древесины проявляются при взаимодействии с внешней средой и не связаны с изменением химического состава древесного вещества. К ним относятся цвет, блеск, текстура, показатели макроструктуры (ширина годовичных слоев, процент поздней древесины), влажность и свойства, связанные с ее изменением; плотность. Существенное влияние на обрабатываемость древесины оказывает влажность и плотность.

Показатели механических свойств характеризуют способность древесины сопротивляться воздействию внешних сил. Важнейшие из них, определяющие обрабатываемость древесины резанием, это прочность и твердость.

Большинство древесных материалов, обрабатываемых резанием (древесностружечные и древесноволокнистые плиты, фанера, слоистые древесные пластики), имеет ярко выраженную параллельно-слоистую структуру. Анизотропия механических свойств проявляется в двух направлениях: параллельном и перпендикулярном плоскостям слоев.

5. Главные и переходные виды резания

Волокнисто-слоистая структура древесины, для которой, как отмечено выше, характерно различие свойств по трем взаимно-перпендикулярным направлениям: A (вдоль волокон), R (поперек волокон в радиальном направлении, перпендикулярном слоям) и T (поперек волокон в тангенциальном направлении вдоль слоев). Поэтому различают шесть главных видов резания (рис. 8, а).

Если связи в древесине разрушают по торцовой плоскости, перпендикулярной направлению волокон A , лезвие можно перемещать вдоль осей R или T . Соответственно будет осуществляться резание в торцовой плоскости в тангенциальном 1 или радиальном 2 направлениях. Если связи в древесине разрушают по радиальной плоскости, перпендикулярной положению годовичных слоев, — направлению T — возможны главные перемещения лезвия вдоль осей A и R и соответственно главные виды резания вдоль волокон в радиальной плоскости 4 и поперек волокон в радиальной плоскости 3. Если связи в древесине разрушают по тангенциальной плоскости R , перпендикулярной радиусу древесного ствола, то главным движениям лезвия вдоль осей A и T соответствуют главные виды резания вдоль волокон в танген-

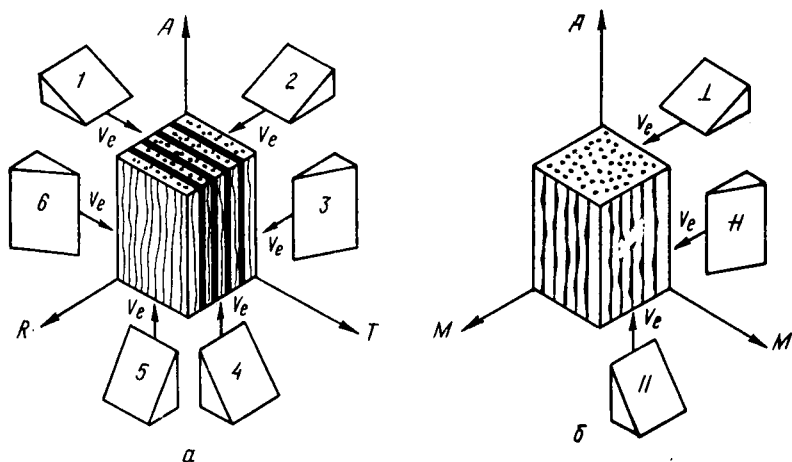


Рис. 8. Схемы главных видов резания древесины:
 а — для слоисто-волокнистой структуры; б — для волокнистой структуры

циальной плоскости 5 и поперек волокон в тангенциальной плоскости 6.

Учитывая, однако, относительно небольшое различие показателей обрабатываемости древесины в радиальном и тангенциальном направлениях, на практике различают только три главных вида резания: торцовое, продольное и поперечное (рис. 8, б).

Торцовым резанием, или резанием в торец (обозначение \perp), называют резание, при котором плоскость резания P_n и направление резания v_e перпендикулярны волокнам древесины. Продольным резанием, или резанием вдоль волокон (обозначение \parallel), называют резание, при котором плоскость резания и направление резания параллельны волокнам древесины. Поперечным резанием, или резанием поперек волокон, (обозначение \nparallel), называют резание, при кото-

ром плоскость резания параллельна волокнам, а направление резания перпендикулярно к ним.

Виды резания, в которых плоскость резания занимает промежуточные положения между положениями в двух главных видах, называют переходными. Возможны переходные виды резания: продольно-торцовое, продольно-поперечное и поперечно-торцовое.

Схема продольно-торцового резания показана на рис. 9, а. Характеристикой положения плоскости резания является угол φ_v встречи лезвия с волокнами — угол между вектором скорости резания \vec{v}_e и направлением волокна в контуре

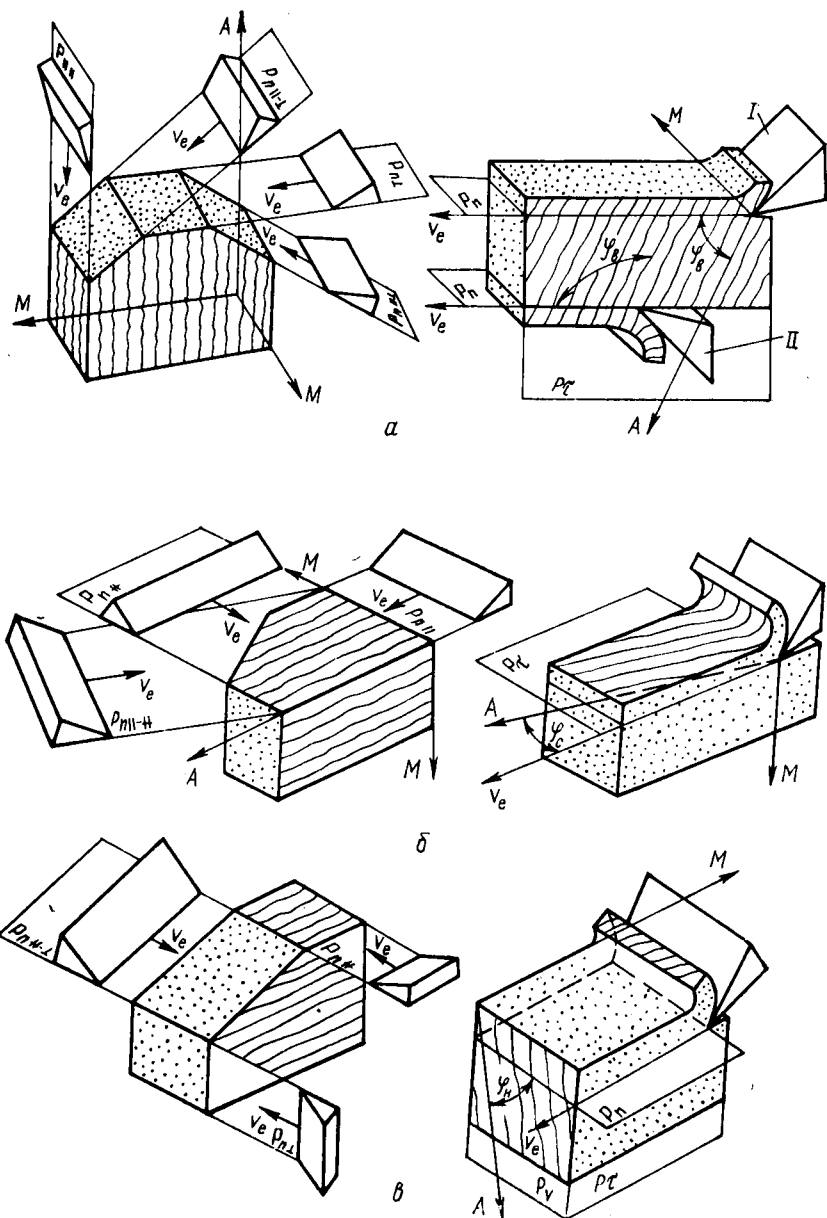


Рис. 9. Схемы переходных видов резания материалов с волокнистой структурой:

заготовки (от лезвия вглубь массива заготовки). Угол встречи измеряют в главной секущей плоскости P_τ , перпендикулярной плоскости резания P_n и проходящей через вектор скорости \vec{v}_e . Как следует из рисунка, значения угла встречи 0° и 180° соответствуют продольному резанию; $0^\circ < \varphi_b < 90^\circ$ — продольно-торцовому резанию против волокон; 90° — торцовому резанию; $90^\circ < \varphi_b < 180^\circ$ — торцово-продольному резанию по волокнам.

Продольно-поперечное резание (рис. 9, б) характеризует угол φ_c скоса волокон — угол между вектором скорости резания v_e и направлением волокна A в плоскости резания. Угол φ_c изменяется от 0° до 90° (0° соответствует продольному, 90° — поперечному резанию).

Торцово-поперечное резание (рис. 9, в) характеризует угол φ_n наклона волокон к плоскости резания. Угол измеряют в основной плоскости P_b , перпендикулярной к плоскостям резания P_n и главной секущей P_τ . Угол наклона φ_n изменяется от 0° до 90° (при $\varphi_n = 0^\circ$ резание поперечное, при $\varphi_n = 90^\circ$ — торцовое).

В практике обработки древесины на станках встречается сложное продольно-торцово-поперечное резание, при котором

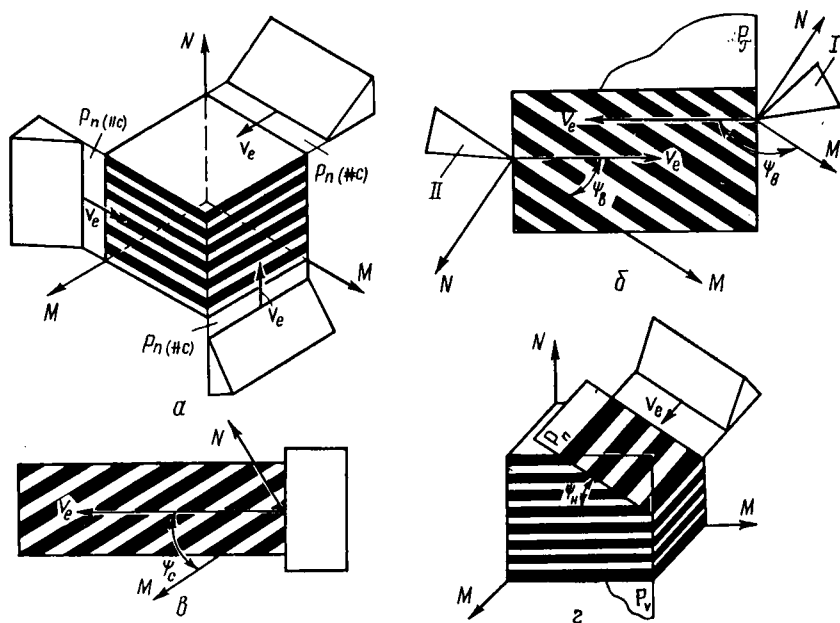


Рис. 10. Схемы главных и переходных видов резания слоистых материалов: а — продольного, плоского и поперечного; б — плоско-поперечного по слою (положение I) и против слоя (положение II); в — продольно-поперечного (вид на лезвие в плане); г — плоско-продольного

ни одна из координатных плоскостей (P_n , P_v , P_t) не совпадает с направлением волокон древесины.

Так как древесные материалы имеют слоистую структуру, для которой характерно различие свойств по двум взаимно-перпендикулярным равноценным направлениям N (перпендикулярном) и M (параллельном слоям) различают три главных вида резания: плоское, продольное и поперечное (рис. 10, а).

Плоское резание, или резание по плоскости слоев, происходит в тех случаях, когда плоскость резания $P_{n \neq c}$ перпендикулярна

оси N , т. е. когда плоскость резания и направление резания параллельны плоскости слоя. Если плоскость резания $P_{n(\parallel c)}$ расположена нормально к оси M , а лезвие резца движется параллельно плоскости слоя, происходит продольное резание, или резание вдоль слоев. При поперечном резании, или резании поперек слоев, плоскость резания $P_{n \neq c}$ перпендикулярна

оси M , а вектор скорости резания \vec{v}_e перпендикулярен слоям.

Переходные виды резания слоистых материалов и углы, характеризующие положение плоскости резания и направление резания относительно слоев, показаны на рис. 10, б, в, г.

6. Геометрия срезаемого слоя, стружки и обработанной поверхности

Форма и размеры срезаемого слоя оказывают решающее влияние на энергетические характеристики (работа, мощность, силы) и качество резания. В случаях, когда срезанная стружка используется как продукт (полуфабрикат), они строго задаются технологическим режимом.

Обычно размеры срезаемого слоя рассматривают в двух сечениях: поперечном (основной плоскостью P_v , нормальной к вектору скорости главного движения \vec{v}) и продольном, совпадающем с плоскостью нормального сечения P_n . В поперечном сечении измеряют толщину и ширину срезаемого слоя, в продольном — толщину и длину (рис. 11, а).

Толщина срезаемого слоя a — расстояние между предыдущей и последующей поверхностями резания, измеренное по нормали к последующей поверхности. Ширина срезаемого слоя b — расстояние между боковыми поверхностями срезаемого слоя в пределах формируемой поверхности резания. Длина срезаемого слоя l — расстояние от точки входа лезвия резца в заготовку до точки его выхода, измеренное по траектории резания.

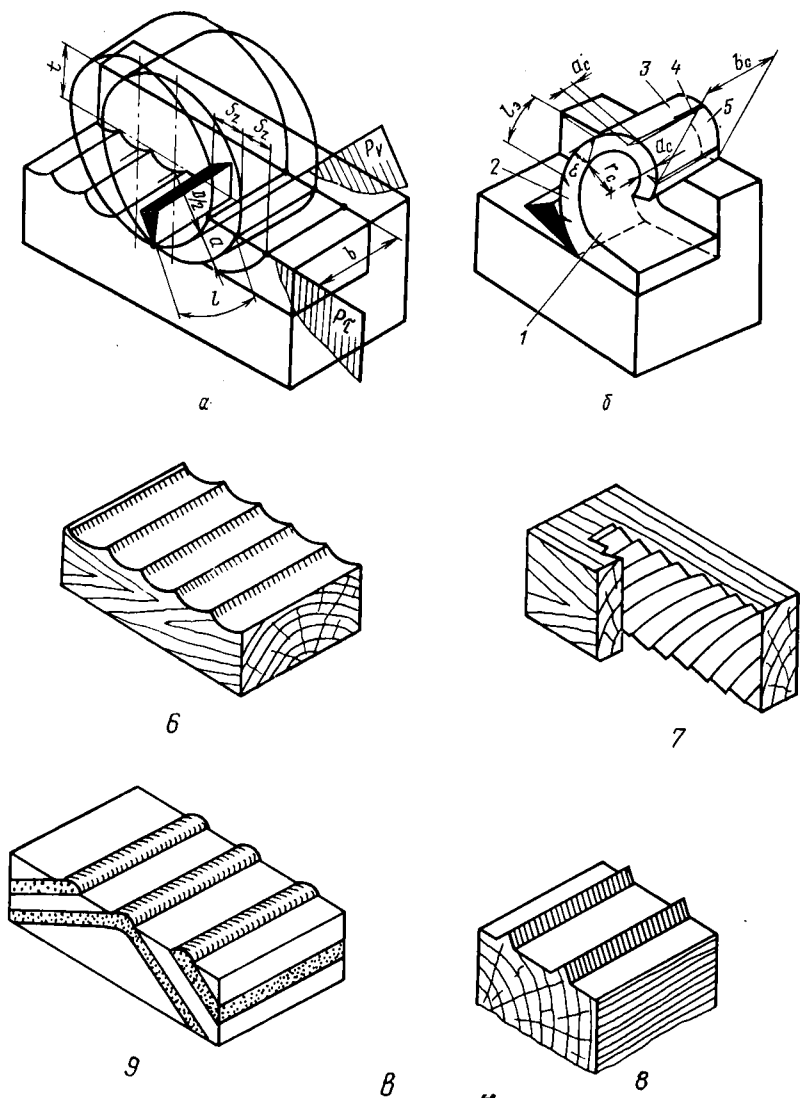


Рис. 11. Геометрия срезаемого слоя (а), стружки (б) и обработанной поверхности (в)

Толщина срезаемого слоя может быть постоянной или переменной как в поперечном, так и в продольном сечениях. Для характеристики переменной толщины срезаемого слоя пользуются понятием средней толщины срезаемого слоя $a_{ср}$ (усредненной по поперечному и продольному сечениям). В некоторых

случаях возможно резание с переменной шириной снимаемого слоя, тогда ее характеризуют средней шириной $b_{\text{ср}}$.

Площадь поперечного сечения срезаемого слоя определяют как произведение толщины слоя на его ширину: $A_{\text{пп}} = ab$ или $A_{\text{пп}} = a_{\text{ср}}b$ или $A_{\text{пп}} = a_{\text{ср}}b_{\text{ср}}$. Площадь продольного сечения вычисляется как произведение толщины слоя на его длину: $A_{\text{пр}} = al$ или $A_{\text{пр}} = a_{\text{ср}}l$.

Объем срезаемого слоя определяют по формуле $V = abl = A_{\text{пп}}l$ при постоянных ширине и толщине срезаемого слоя и по формулам $V = a_{\text{ср}}bl = A_{\text{пп}}l$ и $V = a_{\text{ср}}b_{\text{ср}}l = A_{\text{пп}}l$ — при переменных толщине или толщине и ширине срезаемого слоя.

Срезанная стружка (рис. 11, б) ограничена следующими основными поверхностями: лицевой, оборотной (поверхностью среза) и боковыми. Лицевой 1 считают поверхность, образованную при обработке, предшествовавшей срезу данной стружки. Оборотной 3 является поверхность стружки, сформированная при ее срезе. Боковая поверхность может быть образована (срезана) боковым лезвием при полузакрытом и закрытом резании 5 или быть несрезанной при открытом резании 2 .

Преобразование срезаемого слоя в стружку под воздействием лезвия сопровождается значительным деформированием материала слоя, вследствие чего геометрические параметры стружки — толщина a_c , ширина b_c и длина l_c — отличаются от соответствующих параметров срезаемого слоя. Длина стружки короче длины слоя вследствие усадки. В результате поперечного расширения стружка имеет значительно больший размер по толщине и незначительное приращение ширины, по сравнению с размерами срезаемого слоя. При этом считается, что объем стружки остается равным объему срезаемого слоя.

Форма и состояние стружек зависят от исходных условий резания. Они могут быть сливными (цельными, непрерывными и неразрушенными) и элементными (состоящими из отчетливо выраженных элементов, сохраняющих или не сохраняющих связь между собой). Вид и состояние стружки характеризуют рядом геометрических параметров: длиной элементов стружки l_0 , радиусом закругления стружки r_c , глубиной a'_c и углом наклона ϵ трещин 4 в стружке и др.

Обработанная поверхность — это реальная поверхность, сформированная на заготовке, которой в отличие от номинальной геометрической поверхности, заданной технической документацией на изделие, характерны отклонения от заданной формы и неровности в виде выступов и впадин профиля.

Отклонения от заданной формы изделия, или неровности обработанной поверхности большого шага, характеризуют точность обработки резанием на станке, неровности малого шага определяют шероховатость (гладкость) поверхности. Если на точность обработки определяющее влияние оказывают факторы,

относящиеся к инструменту и станку в целом, то на шероховатость поверхности — процесс резания.

Неровности на обработанной поверхности, определяющие шероховатость, имеют различное происхождение. Анатомические неровности поверхности древесины, образованные вскрытыми полостями сосудов так же, как и структурные неровности поверхностей материалов из древесных частиц (например, древесностружечных плит), обусловленные формой, размерами и расположением частиц в поверхностном слое, не связаны с процессом резания. Непосредственно же от организации процесса резания зависят неровности следующих видов: кинематические в виде повторяющихся сочетаний выступов и впадин, обусловленные кинематикой процесса резания (рис. 11, в, поз. 6 и 7), вибрационные, обусловленные относительными колебаниями заготовки и инструмента в направлении перпендикулярном вектору скорости подачи; неровности упругого восстановления (рис. 11, в, поз. 9), обусловленные различием величин восстановления после подмятия лезвием участков поверхностного слоя древесины с различными плотностью и твердостью; риски (рис. 11, в, поз. 8) — следы неровностей режущей кромки, копируемые поверхностью резания; неровности разрушения в виде вырывов частиц или сколов древесины в местах выхода годичного слоя на обработанную поверхность.

Качество обработанной поверхности определяет также глубина поверхностного слоя с остаточными деформациями и скрытыми разрушениями (трещинами), образованными при резании. Задачей резания является, таким образом, получение обработанных поверхностей не только с высокой гладкостью (малой шероховатостью), но и с минимальной глубиной деформированного слоя.

В СССР и странах — членах СЭВ параметры шероховатости древесины и древесных материалов регламентированы стандартом ГОСТ 7016—82 (СТ СЭВ 3503—81). Установлено несколько параметров, однако для оценки качества обработки резанием используется практически один — $R_{m \max}$ — среднее арифметическое высот отдельных наибольших неровностей на поверхности:

$$R_{m \max} = (1/n) \sum_{i=1}^n H_{\max i}, \quad (13)$$

где $H_{\max i}$ — расстояние от высшей до низшей точки i -й наибольшей неровности; n — число наибольших неровностей (не менее 5).

Два типа неровностей поверхности деталей из древесины и древесных материалов — мшистость (наличие пучков волокон, не полностью отделенных от обработанной поверхности) и ворсистость (наличие отдельных не полностью отделенных воло-

кон) — не имеют численной характеристики, в документации регламентируется только наличие их или отсутствие.

Методы определения шероховатости поверхности древесины и древесных материалов стандартизованы (ГОСТ 15612—85). В практике распространен также метод визуальной оценки шероховатости поверхности путем сравнения ее с образцами шероховатости (эталоны). Образцы должны быть изготовлены из того же материала и тем же видом резания, что и оцениваемая деталь, а шероховатость их измерена точными приборами.

7. Силы резания

Внедрение режущего элемента в обрабатываемый материал сопровождается их силовым взаимодействием. Силовое взаимодействие проявляется в виде распределенной нагрузки по поверхностям лезвия, состоящей из сил нормального давления и касательных сил трения. Для решения практических задач, связанных с расчетами энергоемкости процесса резания, прочности и жесткости элементов режущего инструмента и станка, параметров режима резания, распределенную нагрузку на обрабатываемый материал заменяют сосредоточенной результирующей (равнодействующей, суммарной) силой резания F и оперируют ее составляющими — проекциями на координатные оси X , Y , Z (рис. 12).

Направление координатных осей для составляющих силы резания выбрано с учетом практических потребностей, в том числе удобства измерения: направление X совпадает с направлением вектора скорости главного движения \vec{v} (с касательной к траектории главного движения), ось Y нормальна вектору \vec{v} и лежит в плоскости резания, ось Z нормальна плоскости резания и, следовательно, нормальна к осям X и Y . Составляющие силы F , ее проекции на координатные оси, имеют названия: F_X — касательная сила, F_Z — нормальная сила, F_Y — боковая сила.

Боковая сила $F_Y=0$, если режущая кромка расположена перпендикулярно вектору \vec{v} , т. е. при угле наклона $\lambda=0$. Касательная сила F_X при всех условиях резания положительна. Нормальная сила F_Z в зависимости от исходных условий резания может быть направлена в сторону стружки, тогда ей приписывают знак «минус» и называют силой затягивания (рис. 12, б), или в сторону заготовки, тогда ей приписывают знак «плюс» и называют силой отжима (рис. 12, в).

Результирующую силу резания F следует рассматривать как векторную сумму сил, действующих со стороны отдельных элементов лезвия: режущей кромки F_k , передней поверхности F_n и задней поверхности F_s . Эти силы в свою очередь могут быть представлены координатными составляющими. Связь между си-

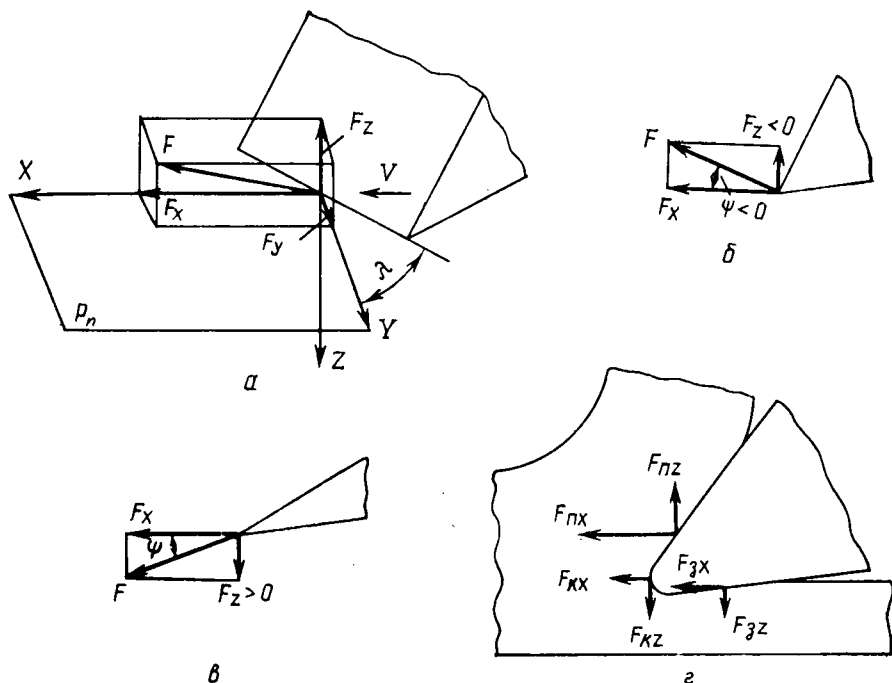


Рис. 12. Силы резания:

a — координатные F_x , F_y , F_z ; *б*, *в* — нормальная F_z соответственно в условиях отжима и затягивания заготовки; *г* — координатные по зонам лезвия

лой резания F и ее координатными составляющими, с одной стороны, и силами, действующими со стороны отдельных элементов лезвия, и их координатными составляющими, с другой стороны, выражается соотношениями:

$$\begin{aligned}\vec{F} &= \vec{F}_n + \vec{F}_k + \vec{F}_3; & F_x &= F_{nx} + F_{kx} + F_{3x}; \\ F_y &= F_{ny} + F_{ky} + F_{3y}; & F_z &= F_{nz} + F_{kz} + F_{3z}.\end{aligned}\quad (14)$$

Очевидно, что воздействие лезвия на заготовку силой резания F вызывает реакцию — силу сопротивления резанию F' , действующую со стороны заготовки на лезвие. Обычно силы F и F' равны по абсолютной величине и противоположны по направлению.

В расчетах процессов резания используют следующие показатели, связанные с силами резания: единичную силу резания, удельную силу резания, удельную работу резания.

Единицей силой резания F_1 (Н) называют силу резания, необходимую для удаления срезаемого слоя шириной 1 мм:

$$F_1 = F/b. \quad (15)$$

По аналогии с единицей силой резания пользуются единицами координатными силами:

$$F_{x1} = F_x/b; \quad F_{y1} = F_y/b; \quad F_{z1} = F_z/b. \quad (16)$$

При этом исходят из обычно наблюдаемой прямой пропорциональности силы резания ширине срезаемого слоя.

Удельная сила резания $F_{уд}$ (Н/мм²) — это касательная сила, необходимая для удаления срезаемого слоя сечением 1 мм²:

$$F_{уд} = F_x/(ab), \quad (17)$$

где a и b — соответственно толщина и ширина срезаемого слоя.

При наличии справочных сведений о численных значениях $F_{уд}$ касательная сила F_x определяется просто по размерам поперечного сечения срезаемого слоя.

Удельная работа резания K (Дж/см³) — работа касательной силы, необходимая для превращения в стружку 1 см³ припуска:

$$K = (F_x l)/(abl), \quad (18)$$

где $F_x l$ — работа касательной силы на длине срезаемого слоя; $(a b l)$ — объем срезаемого слоя.

Удельная работа K численно равна удельной силе резания $F_{уд}$.

В общем случае в процессе резания периодически срезается стружка переменной толщины, вследствие чего величина силы резания в течение одного цикла резания не остается постоянной. Для ее характеристики пользуются либо характерными мгновенными значениями (например, максимальной силой), либо усредненными значениями.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение процесса резания. Почему при изучении этого процесса главное внимание уделяется механическим явлениям? 2. Какими параметрами характеризуют главное движение резания и движение подачи? 3. Изобразите лезвие и заготовку во взаимодействии. Обозначьте на схеме основные координатные плоскости и углы лезвия для главной режущей кромки. 4. В чем состоит различие между кинематическими и статическими углами лезвия? 5. Назовите главные виды резания древесины и древесных материалов слоистой структуры. Какими показателями характеризуют переходные виды резания? 6. Перечислите принятые в СССР параметры шерохо-

ватости древесины и древесных материалов. Каким из них пользуются чаще и почему? 7. Чем характеризуют силовое взаимодействие лезвия с обрабатываемой заготовкой? Какими координатными силами пользуются для его описания? Что такое удельная сила резания? 9. Что такое удельная работа резания?

Глава 2. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РЕЗАНИЯ

8. Исходные и оценочные характеристики резания

Резание — очень сложный процесс. Причинно-следственные связи между условиями протекания процесса и его результатами, когда не известен внутренний механизм протекания процесса, изучают на кибернетических моделях. Напомним, что кибернетика — это наука об общих закономерностях получения, хранения, передачи и переработки информации, модель — это образ, описание, схема.

Схематическая модель процесса резания показана на рис. 13. Внутренний механизм протекания процесса (система закономерностей, описывающая взаимодействие реза с древесиной и сопутствующие явления) содержится в прямоугольнике, символизирующем кибернетический «черный ящик». Условия протекания процесса определяются тремя совокупностями признаков: идентификаторами Z_1, Z_2, \dots, Z_k ; внешними воздействиями W_1, W_2, \dots, W_i ; входными переменными X_1, X_2, \dots, X_m . Результаты процесса резания описываются совокупностью выходных характеристик Y_1, Y_2, \dots, Y_n .

Идентификаторы Z_1, Z_2, \dots, Z_k — это качественные характеристики, определяющие предметную разновидность процесса резания. Совокупность идентификаторов дает возможность однозначно выделить исследуемый процесс резания среди других.

Для процесса резания древесины установлены следующие идентификаторы: 1 — древесины (порода, при необходимости указание места расположения в стволе, места произрастания дерева и др.); 2 — обрабатываемого материала (бревна, бруса, заготовки); 3 — технологического случая резания (пиление рамными, ленточными, круглыми пилами; фрезерование цилиндрическое, торцовое, торцово-коническое, пазовое, сверление; точение; строгание; лущение...); 4 — вида резания (продольное, торцовое, поперечное, вид переходного резания, продольно-торцово-поперечное); 5 — направления подачи относительно главного движения (встречное, попутное); 6 — материала и конструктивных особенностей режущего инструмента (режущий элемент из мало-, средне-, высоколегированной, быстрорежущей стали, оснащенный пластиной из твердого сплава, зубья пилы разведенные, плющенные или со свесом пластин на сторону, нож со стружколомателем или без него); 7 — конструктивных

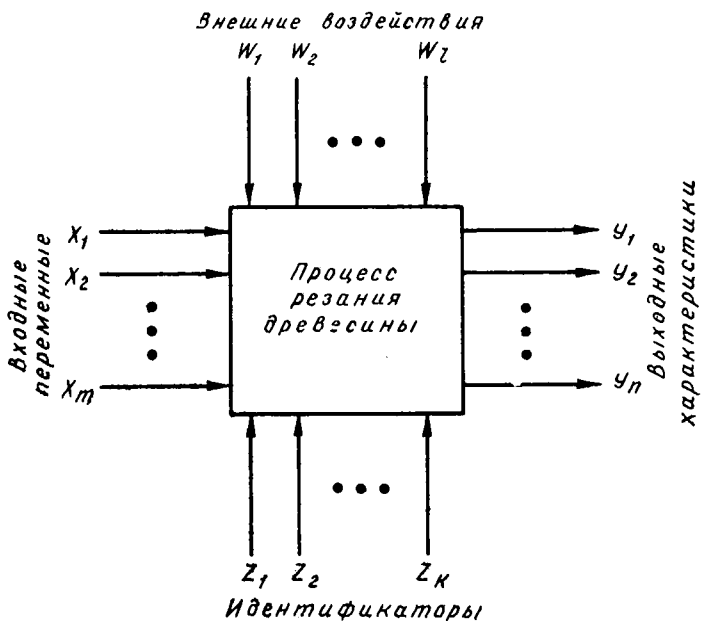


Рис. 13. Кибернетическая модель процесса резания древесины

особенностей деревообрабатывающего станка (с вальцовой, конвейерной подачей, непрерывной или периодической подачей, с одним режущим инструментом или поставом из нескольких...).

Внешние воздействия W_1, W_2, \dots, W_l — это неуправляемые и неконтролируемые величины, определяющие возможное влияние окружающей среды на протекание процесса резания (помехи): колебания температуры и влажности окружающей среды, вибрация пола производственного помещения, квалификация оператора и др. Влияние внешних воздействий должно быть сведено к минимуму путем своевременного их выявления, контроля и стабилизации.

Входные переменные X_1, X_2, \dots, X_m — семейства контролируемых и управляемых или только контролируемых признаков, определяющих условия протекания процесса резания. Другими словами, это исходные факторы процесса резания. Входные переменные процесса резания являются многомерными, т. е. характеризуются несколькими количественными признаками. Например, переменная «Свойства обрабатываемой древесины» характеризуется следующими количественными признаками: плотностью, числом годовых слоев в 1 см, пределами прочности при различных видах нагружения относительно волокон, моду-

лями упругости, влажностью, температурой. Также многомерны другие входные переменные: размеры обрабатываемого материала, свойства инструментального материала, конструктивные параметры режущего элемента и инструмента в целом, параметры подготовки и установки режущего инструмента, параметры режима резания; качество системы станок — инструмент — деталь; параметры затупления инструмента.

Выходные характеристики Y_1, Y_2, \dots, Y_n — семейства многомерных величин, количественных и реже качественных признаков (одномерных выходных характеристик). Выходными характеристиками кибернетической модели могут быть силы резания, энергозатраты на осуществление процесса резания, шероховатость обработанной поверхности, точность обработки, стойкость режущего инструмента, надежность процесса резания. Другими словами, это известные оценочные характеристики процесса резания — силовые (энергетические) и качественные, а также дополнительные: стойкость режущего инструмента и надежность процесса — интегральная специфическая характеристика.

Техник-технолог, занятый разработкой, организацией или контролем технологического процесса механической обработки мебельных деталей и сборочных единиц, должен хорошо знать и учитывать в своих решениях влияние основных исходных факторов процесса резания на оценочные характеристики. Подробно этот вопрос рассмотрен в последующих параграфах.

9. Стружкообразование

Общие положения. Закономерности образования стружек составляют раздел науки о резании — теорию стружкообразования. Прикладной целью изучения стружкообразования является управление процессом резания для достижения необходимого технического или технологического эффекта: снижения энергоемкости процесса резания, повышения гладкости обработанных поверхностей заготовок, улучшения показателей качества стружки-полуфабриката.

Наблюдения процесса резания древесины и древесных материалов показывают, что бесконечно большое число возможных комбинаций исходных условий резания приводит к двум типам процесса стружкообразования: установившемуся или неуставившемуся.

Установившийся процесс стружкообразования протекает непрерывно, не сопровождается разрушением зоны стружкообразования в обрабатываемом материале и характеризуется образованием сливной стружки в виде цельной ленты или спирали.

Для неуставившегося процесса стружкообразования характерны периодичность, вызываемая разруше-

нием зоны стружкообразования, и образование элементной стружки, состоящей из отдельных отчетливо выраженных элементов, сохраняющих или не сохраняющих связь между собой.

На рис. 14 показана типичная форма стружек, характерная для трех главных видов резания древесины: поперечного (рис. 14, а), продольного (рис. 14, б) и торцового (рис. 14, в). Все разновидности относятся к одному из двух типов стружки: сливной или элементной.

Стружкообразование при резании поперек волокон. При действии сил поперек волокон древесина слабее всего сопротивляется растяжению и сдвигу (скалыванию). Таким образом, вид стружкообразования определяет касательные напряжения сдвига τ или нормальные напряжения растяжения σ_r по плоскости стружкообразования.

Когда главную роль играют напряжения τ , стружка может получаться либо сливной (в виде ленты или спирали без внутренних трещин, рис. 14, а, п. 1), либо элементной из отдельных элементов, сохраняющих или не сохраняющих связь между собой (рис. 14, а, п. 2...4).

В первом случае напряжения τ , при которых образуется стружка, не достигают предела прочности материала при сдвиге поперек волокон, стружка не разрушается, а поверхность резания формируется гладкой. Но условия резания, при которых образуется тонкая сливная стружка (резание влажной или проваренной древесины), редки. Обычно стружка образуется при напряжениях τ , достигающих предела прочности древесины при скалывания поперек волокон. Получается элементная стружка скалывания, состоящая из элементов, сколотых под углом к поверхности резания (рис. 14, а, п. 2). Качество поверхности резания может быть достаточно высоким, если при этом не добавляются другие виды разрушения, например трещина, бегущая впереди резца (рис. 14, а, п. 4). Очевидно, что такой процесс не пригоден для получения стружки-полуфабриката, но он вполне может иметь место, например, при удалении припуска заготовки поперечным фрезерованием.

Для поперечного резания типичны случаи, когда вид стружкообразования определяют нормальные напряжения растяжения по плоскости стружкообразования $\pi\pi_1$. Если они не достигают предела прочности к тому моменту, когда установится длина зоны контакта стружки с передней гранью резца, разрушения в стружке не произойдут, она будет сливной.

В наиболее распространенных случаях поперечного резания древесины (строгание и лущение шпона) напряжения растяжения по плоскости $\pi\pi_1$ достигают предела прочности древесины. Этому моменту соответствует образование трещины в точке n . Трещины возникают через определенное расстояние (шаг t), и имеют одинаковый угол наклона к поверхности стружки.

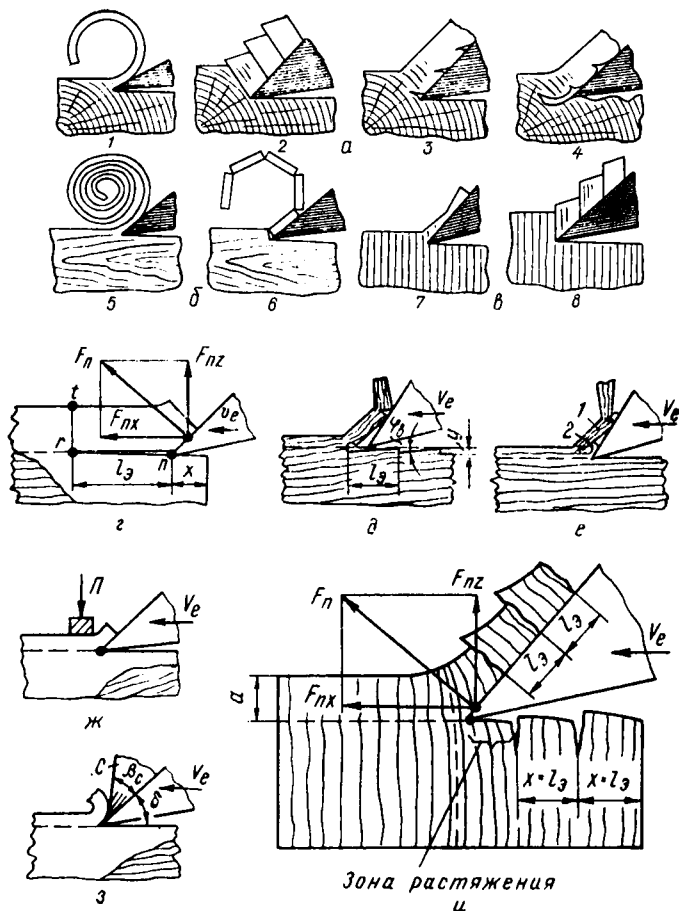


Рис. 14. Стружкообразование:

а — типичная форма стружек при поперечном резании; *б* — то же, при продольном резании; *в* — то же, при торцовом резании; 1, 5, 7 — сливная стружка пластического сдвига или изгиба; 2, 8 — элементная стружка скалывания; 3 — элементная стружка изгиба; 4 — элементная стружка отрыва; 6 — элементная стружка отслоения с изломом; 5 — схема образования элемента стружки при продольном резании; *г* — неравномерности разрушения при продольном резании против волокон; *д* — схема образования подстружки при резании по волокнам; *ж* — схема резания с подпором; *з* — схема резания со стружколомателем; *и* — схема образования элементной стружки при торцовом резании

Стружка получается элементной — лентообразной с внутренними трещинами (см. рис. 14, *а*, п. 3). Трещины в шпоне (стружке-полуфабрикате) отрицательно сказываются на механической прочности и внешнем виде изделий. Задача состоит в том, чтобы улучшить процесс стружкообразования, предотвратить образование трещин. Рассмотрим один из путей ее решения.

Чтобы уничтожить или свести к минимуму вредные растягивающие напряжения в плоскости nn_1 и, следовательно, воспрепятствовать появлению трещин, нужно приложить к стружке некоторую внешнюю сжимающую силу F , действующую вдоль стружки по направлению к ее основанию. Для получения такой силы можно, например, пропустить стружку через щель между ножом и специальной прижимной линейкой L , т. е. использовать выработанный практикой способ обжима стружки (широко применяется при выработке лущеного и строганого шпона). Так как просвет щели $a_{щ}$ несколько меньше номинальной толщины стружки a , при прохождении ее через щель возникает сила трения T_d между стружкой и линейкой и дополнительная сила трения T_n между стружкой и передней поверхностью ножа, в сумме дающие необходимую сжимающую силу F .

Стружкообразование при резании вдоль волокон. При резании вдоль волокон положение плоскости, в которой разрушается древесина при образовании стружки, предопределено направлением волокон. Такой плоскостью будет сама плоскость волокон, потому что перпендикулярно к ней древесина слабее всего сопротивляется действующим силам.

Наблюдают две формы стружки: сливную спиральную и элементную многоугольную. Спиральная стружка получается обычно при малой ее толщине (не более 0,2 мм). Можно получить спиральную стружку и более толстую, но при особых условиях резания: малом угле резания δ и резания сырой или проваренной древесины. Как правило, при $h > 0,1 \dots 0,2$ мм получается многоугольная стружка.

Сила F_{pz} (именно эта составляющая силы F_n наиболее опасна, так как действует перпендикулярно волокнам) нарастает пропорционально внедрению x лезвия в древесину (рис. 14, *г*). Это нарастание заканчивается отрывом стружки от заготовки и образованием опережающей трещины, распространяющейся перед лезвием с большой скоростью. Убегая, трещина достигает длины l_0 , при которой изгибающий момент $M = F_{pz}l_0$ ломает стружку в сечении rt , образуя элемент стружки. Далее до точки r лезвие продвигается при небольшом сопротивлении материала, подчищая образованную поверхность, а затем начинается образование следующего элемента стружки.

Образование многоугольной стружки характеризуется низким качеством поверхности. В результате несовпадения поверхности резания с положением волокон опережающие трещины на участках резания против волокон могут уходить в толщу материала и при изломе элементов стружки получают неровности, показанные на рис. 14, *д*. На участках резания по волокнам поверхность получается гладкой в результате снятия тонкой подстружки при продвижении резца после образования элемента основной стружки (рис. 14, *е*).

Зная происхождение неровностей на образованной поверхности, можно указать способ их уменьшения: надо так изменить условия стружкообразования, чтобы длина элементов стружки была минимальной. При длине элементов $l_0=0$ получится сливная стружка. На практике задача решается уменьшением глубины срезаемого слоя, а также применением специальных устройств: подпоров Π и стружколомателей C (рис. 14, ж, з).

Подпор действует на древесину в зоне резания, непосредственно препятствуя образованию и развитию опережающей трещины. Стружколоматель, устанавливаемый вблизи лезвия резца со стороны передней поверхности и способствующий крутому загибанию и надламыванию стружки сразу после ее образования лезвием, выполняет ту же работу, что и подпор, но действует на зону резания перед лезвием не непосредственно, а через стружку.

Стружкообразование при резании в торец. Как и при резании вдоль волокон, положение плоскости разрушения древесины при образовании стружки в этом случае предопределено направлением волокон: элементы стружки образуются по плоскости, совпадающей с направлением волокон, где связи в древесине наиболее слабы.

Сливную стружку в момент резания, когда она очень непрочна и разрушается уже при попытке снять ее с передней поверхности лезвия, можно получить при резании влажной древесины с получением стружки малой толщины.

Достаточно толстая стружка торцового резания — это типичная элементная стружка скалывания (рис. 14, и). Она состоит из элементов приблизительно трапециевидной формы, иногда слабо связанных между собой по плоскости скалывания. Из-за больших усилий резания и сравнительно слабого сопротивления древесины на сжатие поперек волокон (в направлении силы $F_{п\ x}$) стружка претерпевает значительную усадку. Это значит, что фактическая длина стружки (суммарная длина элементов) меньше, чем длина срезаемого слоя.

Часто образование элементов стружки сопровождается образованием трещины в обрабатываемой заготовке под поверхностью резания. Причиной образования этих трещин является наличие в древесине под поверхностью резания зон сжатия (перед лезвием) и растяжения (за лезвием), на границе которых разрушаются слабые связи между волокнами. Качество поверхности, полученной при образовании элементной стружки с расслоением древесины под поверхностью резания, невысокое.

В процессах сложного резания на станках практически всегда встречаются переходные виды резания. Чтобы улучшить процесс резания, надо в каждом отдельном случае разобраться, при каком виде стружкообразования и на каких участках поверхности резания (относительно волокон) получают наи-

большие дефектные места на обработанной поверхности или в стружке, а затем улучшить организацию резания на этих участках.

10. Влияние основных исходных условий резания на оценочные показатели процесса

Влияние породы древесины. На обрабатываемость, т. е. на силовые и качественные показатели процесса резания, влияют структура и механические свойства обрабатываемой древесины, которые различны у древесины разных пород. Влияние структуры трудно оценить количественно. Между показателями механических свойств древесины и силами резания имеется непосредственная связь.

Практический интерес представляет зависимость силы резания от плотности древесины, так как известно, что механические показатели связаны с плотностью. В простейшем случае, полагая, что имеется прямая пропорциональность между удельной силой резания $F_{уд}$ и плотностью ρ_d , удельную силу резания древесины данной породы можно приближенно определить по ее плотности путем экстраполяции имеющихся данных о плотности и удельной силе резания древесины двух других пород или по графику на рис. 15, а.

В расчетах резания влияние породы на касательную силу оценивают в относительных единицах, принимая за единицу силу резания древесины сосны в определенных условиях. Примерные значения относительной силы резания в расчетах используются как поправочные множители, учитывающие породу древесины.

Значения поправочного множителя $a_{п} = F_{X}/F_{X \text{ сосны}}$ для резания древесины различных пород приведены ниже.

Липа	0,8	Лиственница	1,10
Осина	0,85	Береза	1,25
Ель	0,95	Бук	1,40
Сосна	1,00	Дуб	1,55
Ольха	1,05	Ясень	1,75

Влияние влажности. При увеличении влажности до предела гигроскопичности ($W=30\%$) снижаются показатели механической прочности древесины и, следовательно, уменьшается сила резания.

При открытом резании древесины, имеющей влажность выше предела гигроскопичности, свободная влага попадает на поверхность лезвия и действует как смазка. При этом уменьшается коэффициент трения и в конечном счете дополнительно уменьшается сила резания.

При закрытом резании (пилении), когда активно взаимодействуют с древесиной задние поверхности вспомогательных лезвий (боковые поверхности зубьев) и даже поверхности корпуса

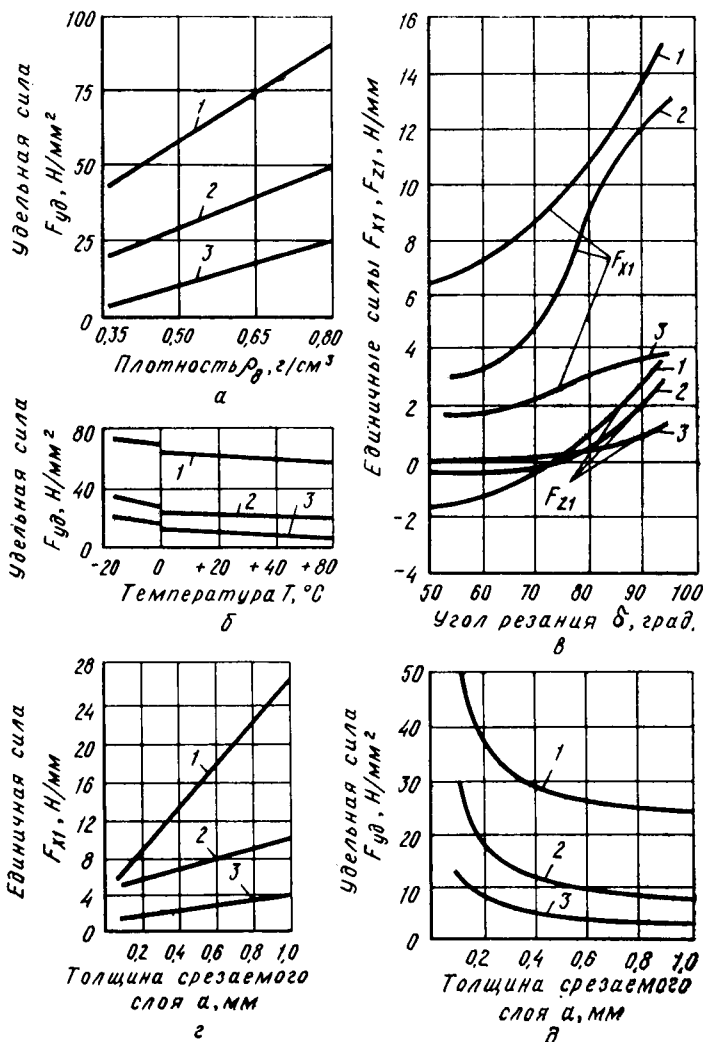


Рис. 15. Влияние различных факторов на силу резания:

а — плотности древесины (толщина срезаемого слоя 0,05 мм, лезвие острое, зависимость приближенная); *б* — температуры древесины (сосна, влажность 80 %, толщина срезаемого слоя 0,1 мм, передний угол лезвия 35°, задний угол 10°); *в* — угла резания (береза, влажность 10 %, толщина срезаемого слоя 0,1 мм, лезвие острое, задний угол 10°); *г* и *д* — толщины срезаемого слоя (сосна, открытое резание, влажность 10...15 %, задний угол лезвия 10°, скорость резания 0,01 м/с); 1 — резание в торец; 2 — то же, вдоль волокон; 3 — то же, поперек волокон

инструмента (полотна пилы), влияние влажности древесины проявляется по-другому: при увеличении влажности повышаются упругие свойства древесины, усиливается «защемление» лезвия в пропиле, увеличивается сила резания.

Если принять за единицу силу резания $F_{xW=10}$ сухой древесины (влажностью $W=10\%$), то силу резания древесины иной влажности F_{xW} можно получить, умножая $F_{xW=10}$ на поправочный множитель a_W . $a_W = F_{xW}/F_{xW=10}$ приведены ниже.

Очень сухая ($W = 5 \dots 8\%$)	1,10/0,90
Сухая ($W = 10 \dots 15\%$)	1,00/1,00
Полусухая ($W = 25 \dots 30\%$)	0,95/1,05
Сырая ($W = 50 \dots 70\%$)	0,90/1,10
Мокрая (проваренная W более 70%)	0,80/—

П р и м е ч а н и е. В числителе данные для открытого резания, в знаменателе — для закрытого резания.

Влияние температуры. Прочность древесины, особенно влажной, при нагревании уменьшается. Это вызывает уменьшение силы резания. На рис. 15, б представлена зависимость удельной силы резания от температуры. Графики показывают, что в условиях опыта, например при резании вдоль волокон, сила резания уменьшилась на 40% при повышении температуры от -15° до $+60^\circ\text{C}$. Скачок силы при 0°C объясняется различием сил резания замороженной древесины при 0°C (в процессе оттаивания) и незамороженной древесины при 0°C (в процессе замораживания). В расчетах влияние температуры древесины на силу резания учитывают поправочным множителем $a_T = F_{xT}/F_{xT=20}$, приведенным ниже.

Температура $T, ^\circ\text{C}$	-20	-10	0	+10	+20	+30	+40	+50	+60
Поправочный множитель a_T	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6

Влияние вида резания. Сила резания для трех главных видов различна: наименьшая сила требуется для поперечного резания, для продольного резания в тех же условиях она больше примерно в 2 раза, для торцового — в $5 \dots 6$ раз.

Переходные виды резания характеризуются промежуточными значениями сил для соответствующих главных видов. В расчетах влияние вида резания учитывается соответствующими поправочными множителями a_ϕ : на угол встречи $a_\phi(\text{в}) = F_{x\phi}/F_{x\parallel}$ для продольно-торцового резания; на угол скоса $a_\phi(\text{с}) = F_{x\phi}/F_{x\parallel}$ для продольно-поперечного резания; на угол наклона $a_\phi(\text{н}) = F_{x\phi}/F_{x+}$ — для поперечно-торцового резания, приведенными ниже.

$\phi_{\text{в}}, \text{град}$	0; 180	15; 165	30; 150	45; 135	60; 120	75; 105	90
$a_{\phi_{\text{в}}}$	1,0	1,35	1,65	1,94	2,18	2,41	2,59
$\phi_{\text{с}}, \text{град}$	0	15	30	45	60	75	90
$a_{\phi_{\text{с}}}$	1,00	0,96	0,88	0,75	0,62	0,54	0,50
$\phi_{\text{н}}, \text{град}$	0	15	30	45	60	75	90
$a_{\phi_{\text{н}}}$	1,00	1,40	2,00	2,95	4,00	4,90	5,35

1. Поправочный множитель a_δ на угол резания δ для продольно-торцового резания

Угол встречи φ_v , град	Множитель $a_\delta = F_{\chi \delta} / F_{\chi \delta=60^\circ}$ для углов резания δ , град							
	50	55	60	65	70	75	80	85
0	0,80	0,86	1,00	1,13	1,30	1,50	1,70	1,95
30	0,79	0,86	1,00	1,15	1,32	1,54	1,76	2,03
60	0,77	0,85	1,00	1,17	1,36	1,58	1,85	2,15
90	0,75	0,85	1,00	1,20	1,40	1,65	2,00	2,30

При переходе от одного вида резания к другому изменяется и качество обработки. Так, при прямолинейном продольно-торцовом резании (сосна, $W=20\%$, $\gamma=15^\circ$, $a=0,1$ мм) увеличение φ_v от 0° до $45 \dots 60^\circ$ (против волокон) вызывает возрастание неровностей $R_{m \max}$ на поверхности резания более чем в 2 раза (от 500 до 1100 мкм). При дальнейшем увеличении φ_v до 90° ($\varphi_v = 90^\circ$ соответствует торцовому резанию) глубина неровностей снижалась до 400 мкм.

Влияние угла резания. Угол резания δ (или передний угол γ , так как $\gamma=90^\circ-\delta$) определяет положение передней поверхности лезвия относительно плоскости резания. Его величина влияет на силу резания по передней поверхности лезвия, а следовательно, и на общую силу резания (рис. 15, в). Влияние угла резания наиболее заметно проявляется при продольном и продольно-торцовом резании. В силовых расчетах оно учитывается поправочным множителем a_δ (табл. 1).

Изменение угла резания сказывается и на показателях качества получаемой поверхности. Уменьшение угла резания с 75° до 30° дает снижение высоты неровностей $R_{m \max}$ на поверхности с 1000 до 200 мкм. При этом толщина поверхностного слоя со следами разрушений также уменьшается примерно с 600 до 200 мкм. Однако при углах $\delta < 30^\circ$ показатели качества ухудшаются: лезвие с малым углом заострения ($\beta = \delta - \alpha$) не обладает достаточной жесткостью, и его изгиб отражается на параметрах шероховатости поверхности резания.

Влияние заднего угла. Влияние заднего угла на силовые (энергетические) характеристики интенсивно проявляется при $\alpha < 5 \dots 10^\circ$, когда заметно увеличивается площадь контакта задней поверхности лезвия с заготовкой: удельная сила резания $F_{уд}$, нормальная F_z и касательная F_x силы интенсивно возрастают с приближением к нулю.

Резание с нулевым или отрицательным задним углом недопустимо, за исключением случаев, когда-либо длина контактной площадки по задней поверхности лезвия резко ограничена (тонкий режущий элемент, узкая фаска по задней поверхности с ну-

левым задним углом), либо по условиям резания необходимо создание значительной отжимающей нормальной силы на задней поверхности, например, при лущении толстого шпона.

Увеличение α сверх $5 \dots 10^\circ$ не сказывается на силах резания непосредственно, однако при $\alpha > 15 \dots 20^\circ$ лезвие с небольшим углом резания δ может утратить жесткость, а его изгиб при резании даст тот же эффект, что и увеличение угла резания: силы начинают возрастать, снижается качество резания.

Влияние остроты лезвия (радиуса округления режущей кромки ρ). Сила, которую необходимо прикладывать к лезвию для осуществления резания, должна увеличиваться по мере затупления (увеличения ρ) режущей кромки. Касательную силу резания F_X в любой текущий момент резания можно определить как произведение силы резания лезвием с острой (только что заточенной) режущей кромкой $F_{X \text{ нач}}$ на поправочный множитель a_ρ , величина которого зависит от радиуса округления ρ режущей кромки к данному моменту:

$$F_X = a_\rho F_{X \text{ нач}}.$$

В свою очередь ρ определяется суммарной длиной пути резания $L_{\text{рез}}$, пройденного режущей кромкой в древесине, или временем работы лезвия T после заточки.

Величину пути резания $L_{\text{рез}}$, км, рассчитывают по формуле

$$L_{\text{рез}} = l n T 10^{-6}, \quad (19)$$

где l — длина срезаемого слоя, мм; n — частота срезания слоев одним лезвием, мин^{-1} ; T — длительность последовательного резания слоев, мин; 10^{-6} — переходной множитель.

В табл. 2 приведены ориентировочные значения поправочного множителя на затупление лезвия (продольно-торцовое

2. Поправочный множитель a_ρ на остроту режущей кромки для продоль

Угол встречи, Φ_B , град	Множитель a_ρ для			
	5	10	15	20
Открытое				
0; 180	1,14/1,12	1,27/1,22	1,35/1,30	1,43/1,36
30; 150	1,18/1,14	1,31/1,24	1,44/1,35	1,54/1,44
60; 120	1,20/1,16	1,37/1,30	1,52/1,42	1,65/1,53
90	1,25/1,18	1,43/1,35	1,61/1,49	1,76/1,62
Закрытое				
60 . . . 90	1,28/1,22	1,50/1,40	1,70/1,55	1,83/1,70

Примечания: 1. Для пути резания $L_{\text{рез}} = 0$ $a_\rho = 1,00$. 2. В числителе весины мягких пород.

резание древесины в диапазоне углов встречи от 0° до 180° лезвиями из инструментальной легированной стали при средних производственных значениях толщины срезаемого слоя).

Затупление лезвия приводит к увеличению неровностей на поверхности резания. Установлено, что затупление острого лезвия на пути резания $L_{рез}=6$ км приводит к увеличению высоты максимальных неровностей $R_{m\max}$ с 420 до 1070 мкм при толщине срезаемого слоя $a=0,1$ мм, с 660 до 1380 мкм при $a=0,2$ мм и с 1000 до 1500 мкм при $a=0,4$ мм. При этом соответственно увеличивается толщина поверхностного слоя древесины со следами внутренних разрушений: со 100 до 500 мкм при $a=0,1$ мм, с 200 до 900 мкм при $a=0,2$ мм, с 850 до 1100 мкм при $a=0,4$ мм.

Влияние толщины срезаемого слоя. Известно, что сила резания F и ее составляющие — касательная F_x и нормальная F_y — складываются из сил, действующих со стороны отдельных элементов лезвия: режущей кромки, передней и задней поверхностей. Единичные силы на режущей кромке и задней поверхности не зависят от толщины срезаемого слоя (их сумма составляет силу по поверхности резания $F_{п.р1}$). Сила на передней поверхности практически для всех случаев станочного резания ($0,1 \text{ мм} \leq a \leq 1,0 \text{ мм}$) прямо пропорциональна толщине срезаемого слоя a , т. е. $F_{xp1} = K_p a$, где K_p — коэффициент пропорциональности. Таким образом, уравнение для касательной силы F_{x1} записывается в виде

$$F_{x1} = F_{п.р1} + K_p a. \quad (20)$$

График этого уравнения (см. рис. 15, г) — прямая линия, наклоненная к оси абсцисс (тангенс угла наклона равен K_p) и

но-торцового резания

пути резания $L_{рез}$, км

	25	30	35	40	45
резание					
	1,50/1,41	1,55/1,46	1,59/1,51	1,62/1,55	—/1,58
	1,62/1,52	1,68/1,59	1,73/1,64	1,78/1,69	—/1,73
	1,74/1,63	1,83/1,70	1,90/1,77	1,95/1,83	—/1,88
	1,87/1,72	1,96/1,81	2,05/1,90	2,11/1,97	—/2,04
резание					
	2,05/1,83	2,22/1,95	—/2,07	—/2,20	—/—

данные для резания древесины твердых пород, в знаменателе — для резания дре-

отсекающая на оси ординат отрезок, соответствующий силе по поверхности резания $F_{п. р1}$.

Удельная сила резания $F_{уд}$ также зависит от толщины срезаемого слоя:

$$\begin{aligned} F_{уд} &= F_X/(ab) = F_{X1}b/(ab) = F_{X1}/a = \\ &= (F_{п. р1} + K_п a)/a = K_п + F_{п. р1}/a. \end{aligned} \quad (21)$$

На графике (рис. 15, ∂) показан характер этой зависимости: удельная сила резания $F_{уд}$ уменьшается по мере увеличения толщины слоя. Следовательно, с энергетической точки зрения, экономнее удалять технологический припуск заготовки, снимая толстые слои за однократный проход лезвия. При этом надо, однако, помнить, что увеличение толщины срезаемого слоя обычно отрицательно сказывается на качестве обработки. Это объясняется изменением характера стружкообразования: стружка приобретает все более выраженную элементность, на поверхности резания углубляются неровности разрушения.

Нормальная сила резания F_Z также зависит от толщины срезаемого слоя. При очень малых значениях a ($a \leq 0,1 \dots 0,2$ мм) она проявляется как сила отжима ($+F_Z$). С увеличением a обычно нормальная сила меняет знак, переходит в силу затягивания ($-F_Z$). Однако величина нормальной силы зависит от многих исходных условий резания, в результате чего влияние толщины срезаемого слоя проявляется не однозначно.

Для расчетов процесса резания необходимы численные значения касательной и нормальной единичных сил резания, удельной работы резания, а также параметров шероховатости обработанной поверхности для различных толщин срезаемого слоя. Такие данные приводятся для конкретных процессов станочного резания в соответствующих параграфах.

Влияние скорости резания. Увеличение скорости резания в станках с $40 \dots 50$ м/с до 100 м/с может вызвать увеличение силы резания на $30 \dots 40$ %. Считается, что это приращение силы связано с преодолением инерции стружки, повышением прочностных свойств древесины в условиях больших скоростей нагружения (резания), изменением условий трения древесины о лезвие и влиянием других факторов. В практических расчетах сил влияние скорости резания учитывают поправочными множителями a_v , найденными для конкретных процессов сложного резания по результатам экспериментов и приведенными ниже.

Качество обработки с увеличением скорости резания повышается.

Увеличение скорости резания влечет за собой повышение производительности станка, т. е. является одним из путей решения важной практической задачи.

Скорость резания v_e , м/с	20	30	40	50	60
Поправочный множитель $a_v = F_{Xv}/F_{Xv=40}$	1,10/1,07	1,04/1,08	1,00	1,00/0,98	1,06/1,02
Продолжение					
Скорость резания v_e , м/с	70	80	90	100	
Поправочный множитель $a_v = F_{Xv}/F_{Xv=40}$	1,17/1,06	1,25/1,16	1,33/1,23	1,42/1,34	
Примечание В числителе — данные для открытого резания, в знаменателе — для закрытого резания.					

Выводы. На протекание процесса резания и его оценочные характеристики оказывают влияние многие исходные условия. Техник-технолог должен знать и учитывать в практической работе степень влияния этих факторов, или их важность. Так, если о степени влияния исходных условий резания на силы резания можно судить по величине поправочных множителей, то по влиянию на качество обработки главные из них можно расположить в следующей последовательности: угол встречи с волокнами φ_v (вид резания), толщина срезаемого слоя, радиус округления режущей кромки ρ и угол резания δ .

Контрольные вопросы

1. По каким оценочным характеристикам сравнивают разные технологические случаи резания или разные режимы одного и того же процесса резания?
2. Какими путями можно добиться повышения качества стружки при поперечном резании? Как уменьшить шероховатость обработанной поверхности при переходном продольно-торцовом резании?
3. Почему влияние влажности древесины на касательную силу резания по-разному проявляется в открытом и закрытом резании?
4. Какие параметры используют для оценки остроты режущей кромки лезвия? Как изменяются силы резания и качество обработки по мере затупления режущей кромки? Как определить момент, когда следует прекратить резание и восстановить режущие свойства лезвия или заменить его?
5. Как влияет толщина срезаемого слоя на оценочные характеристики резания?
6. Что можно сказать о влиянии скорости резания на силы резания и качество обработки?

Глава 3. ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕССЫ СТАНОЧНОГО РЕЗАНИЯ В МЕБЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

11. Классификация процессов станочного резания и указания к их изучению

В соответствии с технологическими целями все процессы резания (рис. 16) можно разделить на три группы: деление древесины и древесных материалов; поверхностная обработка — удаление технологических припусков; глубинная обработка — превращение чистовых заготовок в готовые детали изделий.

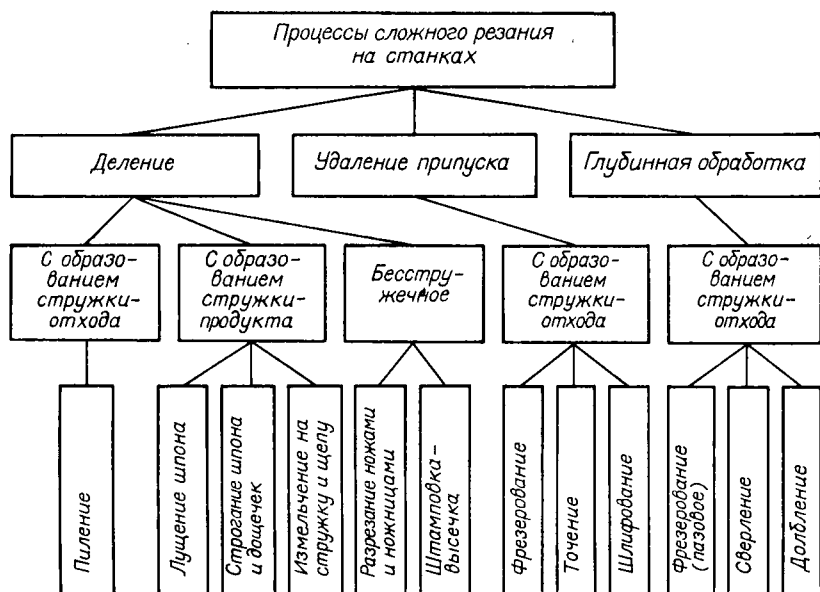


Рис. 16. Классификация процессов станочного резания

В каждую группу входит несколько процессов. Тот факт, что один и тот же процесс входит в разные группы, говорит о его универсальности и широком распространении.

В классификации выделены подгруппы, показывающие принадлежность процессов к стружечному или бесстружечному резанию, причем стружечное резание представлено двумя принципиально различными подгруппами. Это составляет специфику процессов, на которую следует обратить внимание при изучении: для стружки-отхода не устанавливаются какие-либо ограничения по качеству, процесс резания должен быть направлен на обеспечение заданных требований к обработанной поверхности; в случаях получения стружки-полуфабриката (или готового продукта) ее размеры и показатели имеют первостепенное значение, так как именно получение стружки является целью резания.

Схемы процессов станочного резания, поясняющие классификацию, показаны на рис. 17. Чтобы хорошо разобраться в процессе резания, надо изучать его по определенной системе.

Прежде всего надо выделить общие сведения: наименование процесса резания и его место в общей классификации; определение процесса резания; технологическое назначение процесса и его особенности; понятие о режущем инструменте, осуществляющем процесс резания на станке. Некоторые процессы сложного

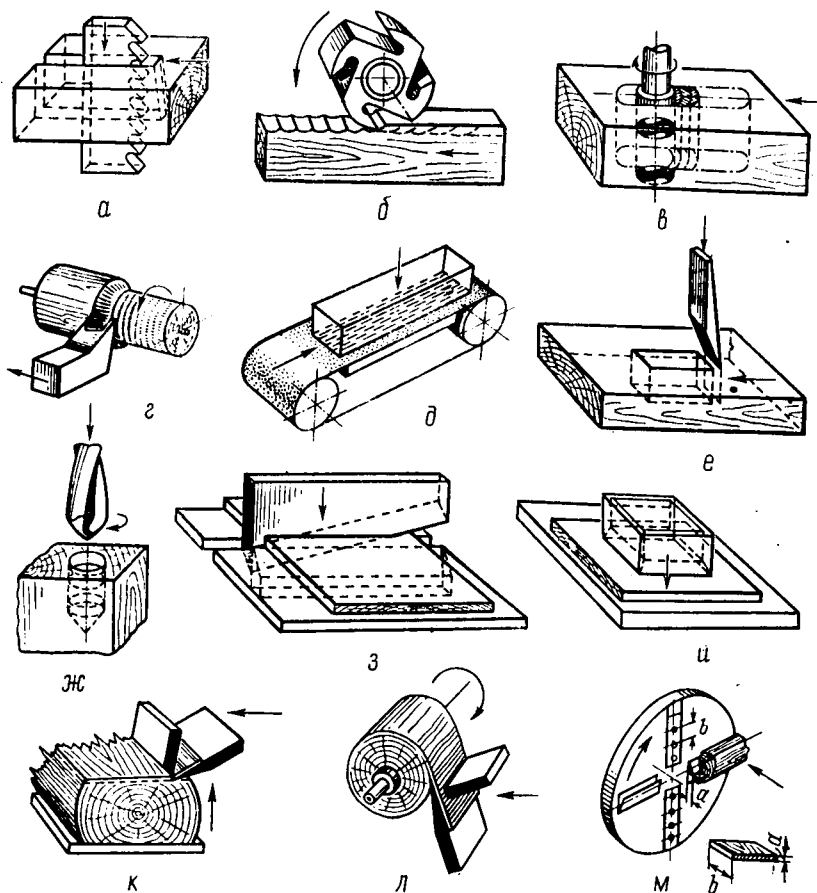


Рис. 17. Схемы станочного резания:

а — пиления; *б* — поверхностного фрезерования; *в* — глубинного фрезерования; *г* — точения; *д* — шлифования; *е* — долбления; *ж* — сверления; *з* — разрезания; *и* — штампования; *к* — строгания; *л* — лущения; *м* — измельчения

резания могут иметь существенно отличающиеся разновидности. В этом случае следует выявить особенности всех разновидностей процесса, уточнить их технологические параметры (высоту пропила, глубину сверления и фрезерования, размеры удаляемого припуска на обработку и т. п.).

Затем необходимо разобраться в кинематике изучаемого процесса: выделить главное движение и движение подачи; установить, чему сообщено главное движение — режущему инструменту или заготовке, какую линию представляет собой траектория главного движения (прямую, окружность и т. п.); если главное движение циклическое, то какова частота циклов и

амплитуда движения; вычислить величину скорости главного движения (если она переменна, то найти пределы изменения и среднее значение); установить аналогичные характеристики движения подачи.

По сведениям о главном движении и движении подачи получают данные о результирующем движении резания: определяют форму траектории резания, величины скорости резания, подачи на один цикл (оборот) и один резец (нож, зуб).

Из параметров кинематики определяют характеристики геометрии срезаемого слоя: контур срезаемого слоя в продольном и поперечном сечениях, его толщину (пределы изменения, текущее и среднее значения), ширину и длину.

Важной характеристикой процесса резания является геометрия резца. Здесь надо уметь определить статические углы (в нормальном сечении) γ , δ и α при основной и вспомогательной режущих кромках, кинематические углы γ_k , δ_k и α_k (измерены в системе координат, привязанной к вектору скорости резания v_e) при основном и боковых лезвиях, установить способ уширения пропила и величину уширения (для пиления), число лезвий и величину шага между ними (для многолезвийного инструмента); типичный характер износа лезвий, предельную величину радиуса округления режущей кромки лезвия или ширину фаски по задней поверхности.

Важно обратить внимание на особенности стружкообразования в данном процессе резания, выбрать пути управления стружкообразованием для снижения энергоемкости или повышения качества процесса резания, сформулировать требования к конструкции режущего его инструмента, вытекающие из анализа процесса резания.

Зная указанные характеристики процесса резания, техник-технолог может по справочным таблицам найти все необходимые данные для назначения правильного режима резания в конкретных условиях обработки заготовок на станках.

12. Пиление ленточной пилой

Общие сведения о пилении. Отличительным признаком процесса пиления является образование в разделяемой заготовке пропила. Пропил — это щель, образуемая резцами инструмента в результате срезания и удаления узких стружек (опилок). Если процесс пиления не закончен, в пропиле можно выделить дно и боковые поверхности — стенки.

Чтобы формировать пропил, резцы инструмента должны иметь три рабочих лезвия (по числу поверхностей пропила). В отличие от простого однолезвийного открытого резания резание при пилении является трехлезвийным, закрытым. Пиление на станках осуществляется многорезцовыми (зубчатыми)

Рис. 18. Элементы и характеристики пилы:

ac — главное лезвие; *ab* и *cd* — боковые лезвия; *r* — радиус межзубной впадины

инструментами — пилами, состоящими из следующих элементов: тела 1, зубов 2, межзубной впадины 3 (рис. 18).

Итак, пиление — это процесс закрытого резания многолезцовым инструментом (пилой) с целью деления обрабатываемого объекта на объемно недеформированные части с превращением в стружку минимального объема древесины, расположенного между этими частями.

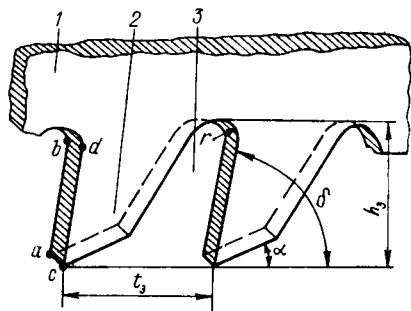
Виды пиления различают по форме пильного инструмента (пиление полосовой, например, рамной пилой, пиление ленточной пилой, пиление дисковой пилой и др.) и по расположению пропила относительно волокон древесины (продольное пиление, при котором стенки пропила параллельны волокнам; поперечное пиление, при котором стенки пропила перпендикулярны волокнам; смешанное пиление — промежуточное между продольным и поперечным; криволинейное, когда стенки пропилов — кривые поверхности). Пиление рамными пилами (раскрой бревен на брусья и пиломатериалы) может быть только продольным; пиление дисковыми (круглыми) пилами — продольным, поперечным и смешанным; выпиливание заготовок криволинейного контура можно осуществить только узкой ленточной пилой. Важно также не путать продольное и поперечное пиление с одноименными главными видами простого резания; о виде резания можно говорить только для каждого отдельного лезвия зуба пилы.

Особенности пиления как закрытого резания. Закрытый характер резания требует соизмерения назначаемой подачи на зуб с объемом межзубной впадины пилы. Действительно, срезанные зубом пилы стружки (опилки) могут располагаться исключительно (если пренебречь «просачиванием» их между телом пилы и стенкой пропила) в межзубной впадине. Но тогда емкость впадины должна быть достаточно большой, чтобы не ограничивать производительность процесса пиления, а ее профиль способствовать наибольшему уплотнению срезанной стружки и заполнению объема впадины.

Условия работы межзубной впадины оценивают коэффициентом напряженности впадины σ :

$$\sigma = V_b / V_c,$$

где V_b — объем впадины; V_c — объем срезанного зубом слоя.



Объем впадины определяется шириной срезаемого слоя b , шагом зубьев t_3 и коэффициентом емкости впадины θ :

$$V_b = b\theta t_3^2,$$

где произведение $\theta t_3^2 = f_b$ — площадь впадины; величина θ для стандартных профилей зубьев известна, например, для ленточных пил $\theta = 0,2 \dots 0,35$.

Объем срезаемого слоя

$$V_c = bS_z t,$$

где S_z — подача на один зуб; t — высота пропила; $S_z t = f_c$ — площадь срезаемого слоя.

Подставив в формулу для σ выражения для V_b и V_c , получаем

$$\sigma = b\theta t_3^2 / (bS_z t) = \theta t_3^2 / (S_z t) = f_b / f_c. \quad (22)$$

Это важная для технолога формула: из нее получается формула для расчета наибольшей допускаемой подачи на зуб $S_{z(\max)}$, исходя из условия предельного заполнения опилками впадины между зубьями:

$$S_{z(\max)} = \theta t_3^2 / (\sigma_{\min} t). \quad (23)$$

В знаменателе должно быть минимальное допустимое значение σ , чтобы получить максимальное значение S_z . Установлено, что для пиления ленточной пилой $\sigma_{(\min)} = 0,9 \dots 1,2$.

Устойчивая работа пилы в пропиле возможна, если устранено трение боковых поверхностей зубьев и тела (полотна, ленты, диска) о стенки. Уширение пропила достигается разводом или плущением зубьев, а также конструированием пил с режущей частью зубьев шириной, превышающей толщину тела пилы (например, пил с пластинами из твердого сплава).

Развод заключается в поочередном отгибании в разные стороны кончиков зубьев, на величину не более $1/2$ высоты h_3 (см. рис. 18). При плущении кончик зуба уширяется в обе стороны, приобретая форму лопаточки. Плущение зубьев пил имеет ряд преимуществ перед разводом: пила приобретает большую устойчивость в поперечном направлении, появляется возможность работать с меньшим уширением пропила, зубья меньше изнашиваются.

От способа подготовки зубьев для уширения пропила зависит форма поперечного (нормального к траектории резания) сечения срезаемого слоя (рис. 19).

В связи с тем, что при разводе зубья отгибаются попеременно на обе стороны полотна, на каждый зуб у стенки пропила приходится удвоенная подача, а следовательно, и удвоенная толщина срезаемого слоя $2a$ (рис. 19, а). На остальной части ширины толщина слоя равна a . Среднее значение толщины

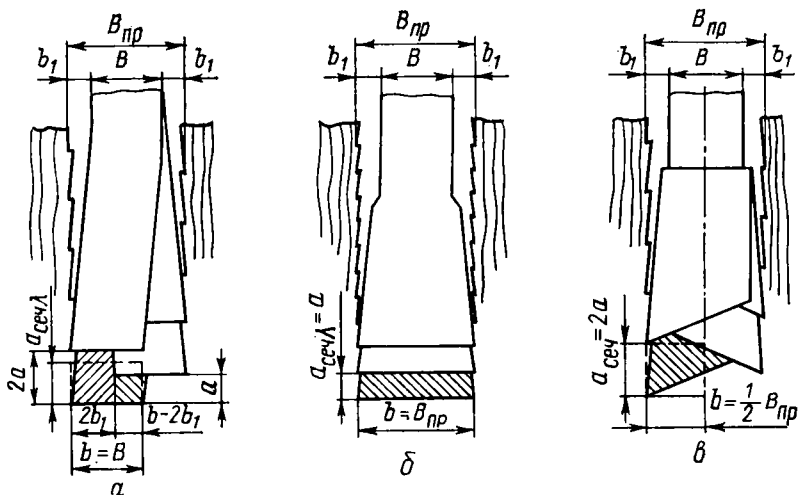


Рис. 19. Форма поперечного сечения срезаемого слоя при уширении пропила: а — разводом зубьев; б — плющением зубьев; в — напайкой пластины со свесом на сторону

срезаемого слоя по сечению при пилении пилой с разведенными зубьями $a_{\text{сеч } \Delta}$ вычисляется по формуле

$$a_{\text{сеч } \Delta} = f_c / b = (1/b) [2a2b_1 + a(b - 2b_1)] = \\ = a(b + 2b_1) / b = (B_{\text{пр}} / b) a, \quad (24)$$

где f_c — площадь поперечного сечения слоя, мм²; b — ширина срезаемого слоя, равна толщине зуба пилы B , мм; a — кинематическая толщина срезаемого слоя (в продольном сечении), мм; b_1 — уширение пропила (развод, плющение, свес зуба) на сторону; $B_{\text{пр}}$ — ширина пропила, мм.

При пилении плющеными зубьями (рис. 19, б) толщина слоя по сечению $a_{\text{сеч } \Delta}$ постоянна и совпадает с кинематической толщиной a , т. е. с расстоянием между смежными траекториями зубьев, которое определяется кинематикой процесса;

$$a_{\text{сеч } \Delta} = a. \quad (25)$$

Для формы зуба, показанной на рис. 19, в, средняя толщина срезаемого слоя по сечению $a_{\text{сеч}} \approx 2a$ при ширине $b \approx 0,5 B_{\text{пр}}$. Ширина пропила во всех случаях равна $B_{\text{пр}} = B + 2b_1$.

Технологическое назначение процесса пиления ленточной пилой. Пиление ленточной пилой — рабочий процесс ленточно-

пильных станков. Режущим инструментом в этом процессе резания является пила в виде бесконечной тонкой ленты с зубьями по рабочей кромке. Благодаря малой толщине ленты и соответственно минимальному уширению зубьев на сторону ширина пропила получается в 1,5...3 раза меньшей, чем при пилении другими пилами, а значит выход пилопродукции — большим.

При применении узких (10...60 мм) пил можно выпиливать из пиломатериалов или щитов черновые заготовки криволинейного профиля, что необходимо в производстве многих изделий мебели.

Процесс пиления ленточной пилой предназначен для выполнения следующих технологических операций: распиливания круглых бревен и брусьев при большой высоте пропилов на тяжелых бревнопильных станках в лесопильном производстве; деления (ребрового) толстых досок и обапола на средних делительных станках в лесопильном и деревообрабатывающем производствах; прямолинейного продольного распиливания пиломатериалов и выпиливания криволинейных заготовок на легких столярных станках преимущественно в мебельном производстве.

Кинематика процесса, геометрия срезаемого слоя и обработанной поверхности. Схема пиления ленточной пилой показана на рис. 20, а. Рабочая часть пилы движется в вертикальной плоскости, а шкивы (нижний — приводной, верхний — холостой) располагаются один над другим.

Главное движение D_r — прямолинейное движение ленты на рабочем участке (в зоне обрабатываемого материала). Скорость главного движения v , м/с, постоянна:

$$v = \pi D_{\text{ш}} n / (60 \cdot 1000), \quad (26)$$

где $D_{\text{ш}}$ — диаметр пильного шкива, мм; n — частота вращения шкива, мин⁻¹.

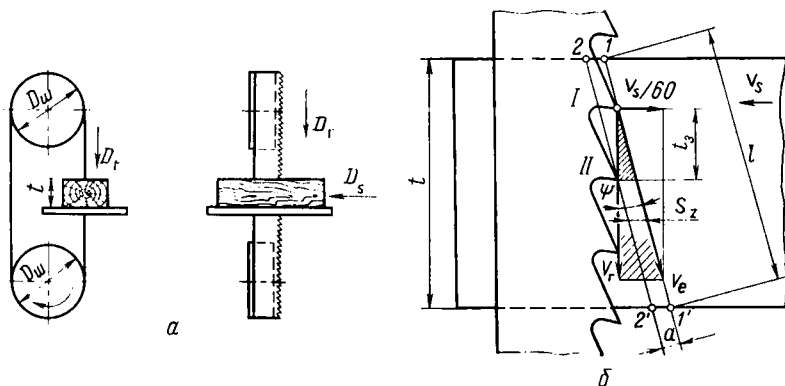


Рис. 20. Схема пиления ленточной пилой (а) и геометрия срезаемого слоя (б)

Движение подачи — прямолинейное (за исключением выпиливания криволинейных заготовок) равномерное надвигание распиливаемого материала на пилу со скоростью v_s (м/мин) при помощи приводных устройств.

Рассмотрим геометрию срезаемого слоя (рис. 20, б). Пусть в данный момент зуб I движется вниз со скоростью v и вправо со скоростью $v_s/60$. Движение заготовки перенесено на зуб, а величины векторов приведены к одной размерности — м/с. Сложение векторов дает скорость резания v_e .

Векторы v и $v_s/60$ все время постоянны по величине и направлению, следовательно, не изменяется и вектор v_e , а это значит, что траекторией зуба I в пропиле будет прямая $I-I'$.

Аналогично получаются траектории зубьев $II-2-2'$ и других зубьев. Как видим, траектории зубьев в пропиле — параллельные прямые линии, расстояние между которыми по направлению подачи равно подаче на зуб S_z . Толщина срезаемого слоя (кинематическая) $a = S_z \cos \psi$, где $\psi = \arctg[v_s/(60v)]$ — угол наклона траектории зуба к линии вершин зубьев.

Учитывая способ уширения пропила и малую величину угла ψ , практически толщину слоя вычисляют по следующим формулам:

$$\text{для плюсовых зубьев} \quad a_{\Delta} = a = S_z \cos \psi \approx S_z; \quad (27)$$

$$\text{для разведенных зубьев} \quad a_{\lambda} = (B_{\text{пр}}/B) a \approx (B_{\text{пр}}/B) S_z. \quad (28)$$

Подачу на зуб S_z при пилении ленточной пилой вычисляют по основному кинематическому соотношению для этого процесса. Из малого заштрихованного треугольника (рис. 20, б) следует, что $\tg \psi = S_z/t_3$, но в то же время (из большого треугольника) $\tg \psi = v_s/60v$. Приравняв правые части равенств, получаем соотношение:

$$S_z/t_3 = v_s/(60v), \quad (29)$$

из которого следует

$$S_z = v_s t_3 / (60v). \quad (29')$$

Шероховатость поверхности пропила при ленточном пилении также зависит в основном от величины подачи на зуб S_z (табл. 3).

Выбрав подачу на зуб S_z по табл. 3, надо проверить, не превышает ли она величину $S_{z(\text{max})}$, которую можно допустить из условия нормального заполнения опилками впадин между зубьями (23).

Силы и мощность резания. Касательную и нормальную силы на одном зубе F_x и F_z определяют по справочным экспериментальным данным.

В табл. 4 приведены значения единичной касательной силы F_{x1} для определенных табличных условий резания (таблич-

3. Максимально допустимая подача на зуб, мм, при различной заданной шероховатости поверхности пропила при пилении ленточными пилами на делительных станках

Высота неровностей $R_{т\text{ max}}$, мкм, не более	Плющенные зубья	Разведенные зубья
1600	2,0/2,5	1,4/1,8
800	1,5/2,0	1,0/1,2
500	1,0/1,2	0,65/0,8
320	0,6/0,6	0,40/0,55
200	0,3/0,4	0,20/0,25
100	0,15/0,2	0,10/0,15

Примечание. В числителе — при пилении древесины сосны, в знаменателе — при пилении древесины дуба.

ное значение единичной касательной силы обозначено $F_{ХТ}$), а также табличной удельной работы K_T пиления ленточной пилой.

Для вычисления касательной силы на зубе F_X величину $F_{ХТ}$ по табл. 4 надо умножить на ширину срезаемого слоя b и общий поправочный множитель $a_{\text{попр}}$, равный произведению поправочных множителей, учитывающих исходные условия пиления (см. п. 10 и главу 4). Нормальную силу на зубе вычисляют через касательную:

$$F_Z = F_{ХТ} m, \quad (30)$$

где m — переходный множитель ($m=0,25 \dots 0,30$ — для острых зубьев, $m=0,6 \dots 0,7$ — для тупых).

4. Табличные касательная сила $F_{ХТ}$ и удельная работа K_T процесса продольного пиления ленточной пилой при различной средней толщине срезаемого слоя (сухая хвойная древесина; зубья пилы острые, шаг $t_3 = 20$ мм, передний угол $\gamma = 20^\circ$)

$a_{\text{ср}}$, мм	$F_{ХТ}$, Н/мм, при высоте пропила t , мм				K_T , Дж/см ³ , при высоте пропила t , мм			
	50	100	150	200	50	100	150	200
0,05	9,35	10,5	11,7	13,0	187	209	234	259
0,10	12,6	13,9	15,2	16,3	126	139	152	163
0,15	14,1	15,2	16,2	17,3	94	101	108	115
0,20	15,2	16,4	17,4	18,0	76	82	87	90
0,25	16,3	17,5	18,5	19,3	65	70	74	77
0,30	17,1	18,0	18,9	19,5	57	60	63	65
0,35	17,5	18,6	19,3	19,6	50	53	55	56
0,40	18,8	19,6	20,0	20,4	47	49	50	51
0,45	19,8	20,7	21,2	21,6	44	46	47	48
0,50	20,5	21,5	22,0	22,5	41	43	44	45
0,55	21,5	22,0	22,6	23,1	39	40	41	42
0,60	22,8	24,3	24,0	24,0	38	39	40	40

Мощность резания рассчитывают с целью выбора привода главного движения в станке (для наиболее тяжелых условий обработки) или оценки использования установленной мощности (при конкретных условиях обработки).

Используют два способа расчета. По первому последовательно вычисляют следующие величины:

касательную силу на одном зубе F_{χ}

$$F_{\chi} = F_{\chi 1} a_{\text{поп}} b, \quad (31)$$

где $F_{\chi 1}$ и $a_{\text{поп}}$ — по справочным таблицам, b — по условию расчета.

касательную силу (среднюю за цикл главного движения) на всех режущих зубьях, находящихся в пропиле, $F_{\chi \text{ц}}$

$$F_{\chi \text{ц}} = F_{\chi} z_{\text{реж}},$$

где $z_{\text{реж}} = l/t_s$; l — длина срезаемого слоя (для пиления ленточной пилой $l \approx t$);

мощность резания P_p

$$P_p = F_{\chi \text{ц}} v, \quad (32)$$

где v — скорость главного движения.

По второму способу пользуются объемной формулой мощности

$$P_p = K V_1 = K_t a_{\text{поп}} (B_{\text{пр}} t v_s / 60), \quad (33)$$

где K — удельная работа пиления ленточной пилой в расчетных условиях, Дж/см³; $K = K_t a_{\text{поп}}$; K_t , $a_{\text{поп}}$ — по справочным таблицам;

V_1 — секундный объем срезаемого слоя, см³/с:

$$V_1 = B_{\text{пр}} t v_s / 60,$$

где $B_{\text{пр}}$ и t в мм; v_s в м/мин.

Мощность подачи для пиления ленточной пилой может быть определена по формуле

$$P_s = F_{z \text{ц}} v_s / 60, \quad (34)$$

где $F_{z \text{ц}}$ — нормальная сила резания на пиле, Н; $F_{z \text{ц}} = F_{\chi \text{ц}} m$ (m — переходной множитель — см. выше).

При выборе режима резания приходится решать обратную задачу: находить наибольшую скорость подачи $v_{s(p)}$ по известной мощности резания P_p .

Порядок вычислений следующий. По известным P_p и исходным условиям резания вычисляют наибольшую возможную табличную силу $F_{\chi \text{т}}$, используя преобразованную объемную формулу

$$F_{\chi \text{т}} = P_p t_s / (a_{\text{поп}} b t v), \quad (35)$$

где P_p — мощность резания, Вт; b — ширина срезаемого слоя, мм, для пилы с разведенными зубьями b равна толщине пилы B ; для пилы с плоскими зубьями $b = B_{\text{пр}}$.

По вычисленной силе $F_{Хт}$ и заданной высоте пропила t по табл. 4 находят наибольшую допускаемую толщину срезаемого слоя $a = a_{ср}$. По найденной величине срезаемого слоя a определяют подачу на зуб: для плюсовых зубьев $S_z \approx a$, для разведенных $S_z \approx (B/B_{пр})a$. По S_z вычисляют скорость подачи $v_{s(P)}$, допустимую по мощности главного движения P_p :

$$v_{s(P)} = S_z 60v/t_s. \quad (36)$$

13. Пиление круглой пилой

Продольное пиление. Общие сведения. Продольное пиление древесины круглой пилой — сложный процесс резания многорезцовым вращающимся инструментом в форме диска (круглой пилой), при котором вектор скорости подачи совпадает с направлением волокон древесины и, следовательно, плоскости пропила получаются параллельными волокнам.

Продольное пиление является рабочим процессом большой и разнообразной группы круглопильных станков, предназначенных для деления по ширине и толщине в технологической операции продольного раскроя бревен, брусьев, досок, обапола, брусков и реек. В мебельном производстве на одно- и многопильных станках выполняют продольный раскрой пиломатериалов и кратных заготовок.

При продольном пилении главная (короткая) режущая кромка зуба перерезает волокна древесины и формирует дно пропила, а боковые режущие кромки участвуют в формировании стенок пропила. Такое распределение функций предопределяет требования к геометрии зубьев пилы для продольного распиливания: короткая режущая кромка должна быть выдвинута вперед по ходу вращения относительно передней поверхности за счет положительного угла γ . При этом волокна будут перерезаны прежде, чем они начнут отделяться передней поверхностью, благодаря чему предотвращается неорганизованный вырыв волокон. При повышенных требованиях к качеству поверхности пропила у боковых режущих кромок должен быть создан положительный передний угол за счет косой заточки по передней грани ($\gamma_{бок} = \varphi_1$). Так как зубья формируют две стенки пропила, косая заточка должна быть выполнена через зуб: четных зубьев — в одну сторону, нечетных — в другую.

Кинематика процесса. В станках пила 3 может находиться относительно заготовки в верхнем или нижнем положении (рис. 21).

По схеме, изображенной на рис. 21, а, центр пилы O находится выше базовой поверхности 1, по которой перемещается заготовка 2. Расстояние h от центра пилы до поверхности 1 несколько меньше радиуса пилы R . По схеме на рис. 21, б центр

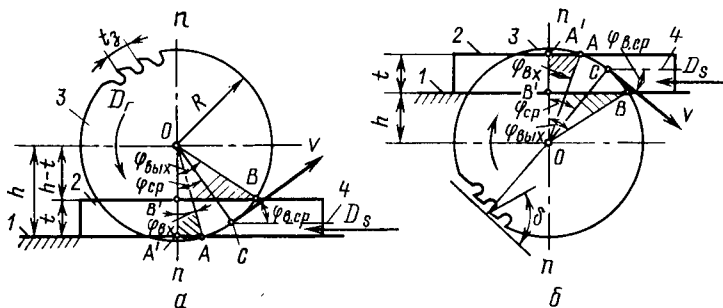
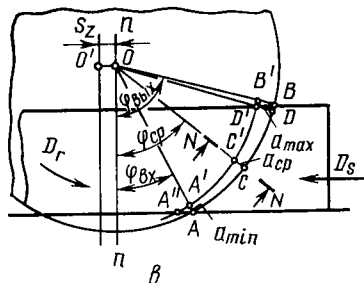


Рис. 21. Кинематика и геометрия срезаемого слоя при продольном пилении круглой пилой:

а — схема пиления с верхним расположением пилы относительно заготовки; б — то же, с нижним положением; в — толщина срезаемого слоя кинематическая



пилы O расположен ниже базовой поверхности 1 на величину h . Толщина заготовки t (мм) является высотой пропила. Пила имеет z зубьев, форма которых определяется, в частности, величиной угла резания δ и шага зубьев t_z . Шаг зубьев, мм, вычисляют как длину дуги между вершинами соседних зубьев:

$$t_z = 2\pi R/z. \quad (37)$$

Диаметр резания $D=2R$, мм (главная характеристика инструмента — диаметр пилы), в анализе процесса принимается одинаковым для всех зубьев. Частота вращения пилы n , мин⁻¹, считается постоянной. Тогда скорость главного движения v , м/с, будет

$$v = \pi Dn/(60 \cdot 1000). \quad (38)$$

В среднем v на станках колеблется от 40 до 80 (максимум до 100—120) м/с.

Движение подачи придается, как правило, заготовке. Скорость механической подачи v_s в станках достигает 100 м/мин и более.

Подачу на один оборот пилы S_o и на один зуб S_z , мм, определяют по формулам:

$$S_o = 1000v_s/n; \quad (39)$$

$$S_z = 1000v_s/(nz). \quad (40)$$

Различают пиление со встречной подачей, когда проекция вектора скорости главного движения v на направление подачи и вектор скорости подачи заготовки v_s направлены навстречу друг другу, и с попутной подачей, когда они совпадают по направлению.

При продольном пилении попутная подача используется редко, так как при ней возможно затягивание древесины пилой, что приводит к неравномерной скорости подачи, перегрузке двигателей механизмов главного движения и подачи, т. е. к аварийному положению. Попутная подача часто встречается при поперечном пилении при неподвижной заготовке. На рис. 21, *а, б* показано пиление со встречной подачей. Изменение направления вектора v_s будет соответствовать схеме пиления с попутной подачей.

Траектория главного движения — вращения пилы вокруг оси — представляет собой окружность радиуса R , на которой расположены вершины зубьев. Траектория движения подачи заготовки (или оси вращения пилы, если ей придано движение подачи) — прямая линия. Траектория движения резания — перемещения вершины зуба пилы относительно распиливаемой древесины — получается в результате сложения двух одновременно происходящих движений: главного и подачи. Скорость резания v_e при пилении круглой пилой вычисляют как геометрическую сумму скоростей v и v_s :

$$v_e = \sqrt{v^2 + v_s^2 + 2vv_s \cos \varphi},$$

где φ — угол между векторами \vec{v} и \vec{v}_s .

У всех современных круглопильных станков скорость главного движения v во много раз превышает скорость подачи v_s , так что вектор скорости резания v_e по величине и направлению мало отличается от скорости главного движения. В расчетах их обычно принимают равными, допуская при этом незначительную погрешность:

$$v_e \approx v = \pi D n / (60 \cdot 1000). \quad (41)$$

Геометрия срезаемого слоя. Слой (рис. 21, *в*) срезается по дуге AB , которую называют дугой контакта зуба с древесиной. Точка A является точкой входа, точка B — точкой выхода зуба из древесины. Средняя точка C делит дугу контакта пополам. Отмеченным точкам соответствуют угол входа $\varphi_{вх}$, угол выхода $\varphi_{вых}$ и средний угол $\varphi_{ср}$, которые отсчитывают от нормали к направлению подачи nn . Величины углов $\varphi_{вх}$ и $\varphi_{вых}$ определяются расстоянием h , радиусом пилы R и высотой пропила t , которые определяются по следующим формулам:

для встречной подачи при верхнем положении пилы относительно заготовки

$$\varphi_{вх} = \arccos(h/R);$$

$$\varphi_{вых} = \arccos\left(\frac{h-t}{R}\right),$$

то же, при нижнем положении пилы относительно заготовки

$$\varphi_{вх} = \arccos \frac{h+t}{R};$$

$$\varphi_{вых} = \arccos(h/R),$$

для попутной подачи при верхнем положении пилы относительно заготовки

$$\varphi_{вх} = \arccos \frac{h-t}{R};$$

$$\varphi_{вых} = \arccos(h/R),$$

то же, при нижнем положении пилы относительно заготовки

$$\varphi_{вх} = \arccos(h/R);$$

$$\varphi_{вых} = \arccos \frac{h+t}{R}.$$

Угол, соответствующий дуге резания, или длине срезаемого слоя, называют углом контакта $\varphi_{\text{конт}}$:

$$\varphi_{\text{конт}} = \varphi_{\text{вых}} - \varphi_{\text{вх}}. \quad (42)$$

Текущий угол φ , определяющий положение зуба на дуге резания, возрастает равномерно, пропорционально времени, поэтому о среднем угле $\varphi_{\text{ср}}$ можно говорить как о характеристике режима пиления:

$$\varphi_{\text{ср}} = (\varphi_{\text{вх}} + \varphi_{\text{вых}})/2. \quad (43)$$

При продольном пилении угол $\varphi_{\text{ср}}$ соответствует среднему углу встречи главной движущей кромки зуба с волокнами древесины (поз. 4 на рис. 22, а, б):

$$\varphi_{\text{ср}} = \varphi_{\text{в. ср.}} \quad (44)$$

Длина срезаемого слоя l вычисляется как длина дуги контакта

$$l = (2\pi R/360) \varphi_{\text{конт}}, \quad (45)$$

где $\varphi_{\text{конт}}$ измеряется в град.

Вследствие наличия движения подачи два соседних зуба формируют разные поверхности дна пропила: предыдущий зуб — поверхность со следом $A''C'D'$, последующий зуб — поверхность со следом ACB . Расстояние между этими поверхностями по

направлению подачи равно S_z . Расстояние по нормали — кинематическая толщина слоя a — различно.

Текущее значение кинематической толщины срезаемого слоя вычисляют по формуле

$$a = S_z \sin \varphi. \quad (46)$$

Частные значения толщины слоя:

минимальная (отрезок AA' , при положении зуба в точке входа)

$$a_{\min} = a_{\text{вх}} = S_z \sin \varphi_{\text{вх}}; \quad (47)$$

максимальная (отрезок DD' , примерно равный BB' — расстоянию между смежными траекториями зубьев в точке выхода)

$$a_{\max} \approx a_{\text{вых}} = S_z \sin \varphi_{\text{вых}}; \quad (48)$$

серединная (отрезок CC' на середине дуги контакта)

$$a_{\text{серед}} = S_z \sin \varphi_{\text{ср}}. \quad (49)$$

Величину $a_{\text{серед}}$ можно определить по площади боковой поверхности слоя $f_{\text{сл}}$:

$$a_{\text{серед}} = f_{\text{сл}}/l = S_z t/l. \quad (50)$$

Обе формулы для $a_{\text{серед}}$ дают близкие результаты, так что с достаточной для практики точностью можно считать

$$a_{\text{серед}} = S_z \sin \varphi_{\text{ср}} \approx S_z t/l.$$

В сечении, проходящем через ось вращения пилы (поперечном), геометрия срезаемого слоя, как отмечалось ранее, зависит от способов уширения пропила: средняя толщина слоя по сечению в середине дуги контакта равна

$$a_{\text{ср } \lambda} = (B_{\text{пр}}/b) a_{\text{серед}}; \quad a_{\text{ср } \lambda} = a_{\text{серед}} \quad (55)$$

Ширина слоя также зависит от способа уширения пропила:

$$b_{\lambda} = B; \quad b_{\Delta} = B_{\text{пр}} \quad (56)$$

Геометрия поверхности пропила. Кинематика процесса пиления предопределяет наличие на поверхности пропила систематических неровностей — рисунок, оставляемых зубьями (рис. 22, а, б).

Можно рассчитать высоту кинематических неровностей y , например для пилы с разведенными зубьями. Из геометрических соотношений схемы, показанной на рис. 22, в, следует, что $y = 2a \operatorname{tg} \lambda_p$, где a — толщина срезаемого слоя, λ_p — угол развода

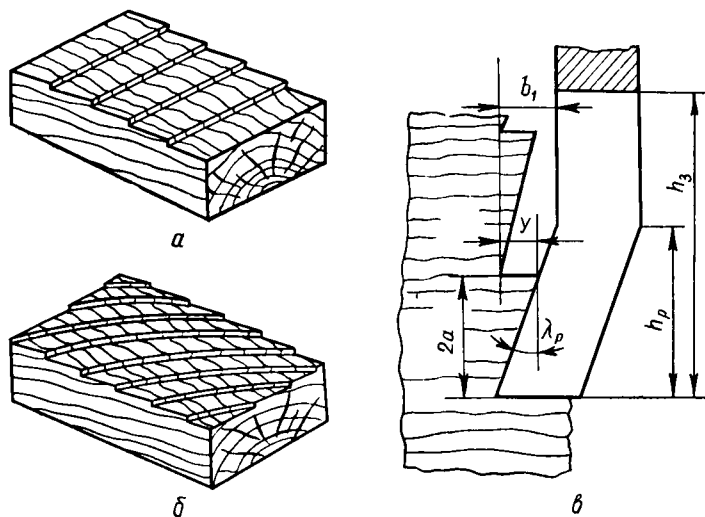


Рис. 22. Неровности на поверхности пропила:

а, б — обработанные риски; в — схема к определению глубины кинематических неровностей

($\operatorname{tg} \lambda_p = b_1/h_p$; b_1 и $h_p \approx 0,5 h_3$ могут быть замерены непосредственно на пиле). Для оценки шероховатости поверхности по параметру $R_{m \max}$ требуется вычислить наибольшее значение кинематических неровностей y_{\max} :

$$R_{m \max} = y_{\max} = 2a_{\max} \operatorname{tg} \lambda_p = 2S_z \sin \varphi_{\text{вых}} \operatorname{tg} \lambda_p. \quad (53)$$

Расчеты $R_{m \max}$ по формуле дают заниженный результат (иногда в несколько раз). Это объясняется тем, что при пилении на станке на шероховатость поверхности пропила оказывают дополнительное влияние неточности уширения зубьев, контакт с зубьями нерабочей зоны пилы, упругое восстановление волокон древесины и упругий отгиб зубьев, затупление режущих кромок и вершин зубьев, трение стружек о стенки пропила, биение диска пилы в радиальном и поперечном направлениях, вибрация пилы, смещение заготовки во время распиливания и многие другие причины.

Достаточно точный прогноз ожидаемой шероховатости поверхности пропила можно получить на основании опытных данных, в которых высота неровностей $R_{m \max}$ связана с важнейшими исходными условиями пиления: наибольшей толщиной срезаемого слоя (через параметры S_z и $\varphi_{\text{вых}}$) и способом уширения пропила (табл. 5).

Силы и мощность резания. При пилении круглой пилой в процессе резания одновременно участвует группа зубьев

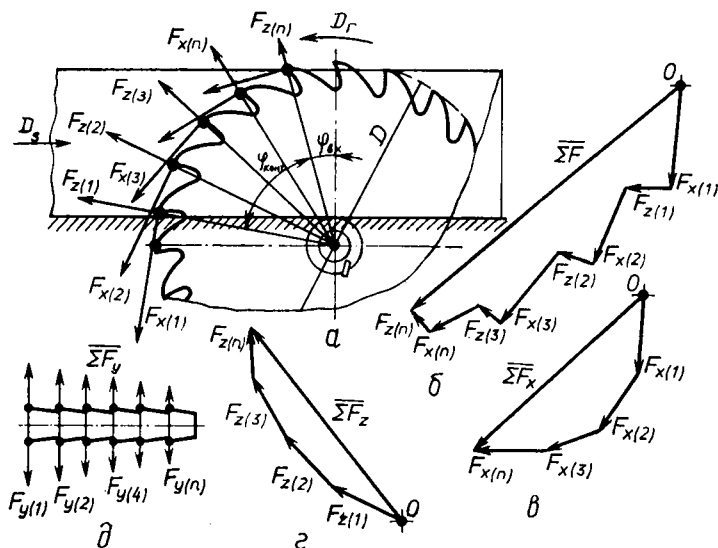


Рис. 23. Силовое воздействие группы зубов на заготовку при пилении круглой пилой:

a — касательные $F_X(i)$ и нормальные $F_Z(i)$ силы; *б* — равнодействующая касательных и нормальных сил ΣF ; *в* — то же касательных сил ΣF_X ; *г* — то же нормальных сил ΣF_Z ; *д* — то же боковых сил для зубов пилы в пропилах ΣF_Y

(рис. 23, *a*), поэтому общее воздействие пилы на заготовку определяется суммированием координатных касательных (рис. 23, *в*), нормальных (рис. 23, *г*), касательных и нормальных (рис. 23, *б*), а также боковых (рис. 23, *д*) сил по всем зубьям, находящимся в пропилах.

5. Максимальная подача на зуб, мм, при различной заданной шероховатости поверхности пропила для продольного пиления

Высота неровностей $R_{m \max}$, мкм, не более	Разведенные зубья		Плющенные зубья		Зубья с радиальным поднутрением (строгальные)	
	при угле выхода $\Phi_{\text{вых}}$, град					
	20 . . . 50	60 . . . 70	20 . . . 50	60 . . . 70	20 . . . 50	60 . . . 70
1200	1,2	1,2	1,8	1,5	—	—
800	1,0	0,8	1,5	1,2	—	—
500	0,8	0,5	1,2	0,75	—	—
320	0,3	0,1	0,45	0,15	—	—
200	0,1	0,1	0,15	0,15	—	0,3
100	0,1	—	0,15	—	0,3	0,15
60	—	—	—	—	0,15	0,07
32	—	—	—	—	0,07	—

В практических расчетах энергозатрат на процесс пиления при проектировании привода круглопильных станков, определении силовых воздействий на инструмент и элементы станка вычисляют среднюю цикловую касательную силу.

Средняя цикловая касательная сила — это условная постоянная касательная сила $F_{\text{хц}}$, которая, действуя на пути, равном длине окружности пилы $2\pi R$ (один оборот — цикл главного движения), совершает ту же работу, что и средняя касательная сила на зубе $F_{\text{хср}}$ за один оборот пилы:

$$F_{\text{хц}} 2\pi R = F_{\text{хср}} l z,$$

где z — число зубьев пилы (за один оборот пилы каждый зуб пройдет через пропил, совершая работу, равную $F_{\text{хср}} l$).

Из равенства следует.

$$F_{\text{хц}} = F_{\text{хср}} \frac{l z}{2\pi R} = F_{\text{хср}} (l/t_s) = F_{\text{хср}} z_{\text{реж}}, \quad (54)$$

где $z_{\text{реж}}$ — число одновременно режущих зубьев (величина средневзвешенная, не округляемая до целых единиц).

Средняя касательная сила на зубе $F_{\text{хср}}$ — это условная постоянная касательная сила, которая, действуя на пути, равном длине срезаемого слоя l , совершает ту же работу, что и фактическая переменная касательная сила на пути, равном фактической дуге контакта резца с древесиной.

Сила $F_{\text{хср}}$ отнесена к средней точке дуги контакта C (см. на рис. 22, в), положение которой определяет угол $\varphi_{\text{ср}}$. Величину ее рассчитывают по формуле

$$F_{\text{хср}} = F_{\text{хт}} b a_{\text{попр}}, \quad (55)$$

где $F_{\text{хт}}$ — табличное значение касательной силы для процесса продольного пиления круглой пилой, взятое для толщины срезаемого слоя $a_{\text{ср}}$ в средней точке дуги контакта, Н/мм (табл. 6); b — ширина срезаемого слоя, мм; $a_{\text{попр}}$ — общий поправочный множитель, учитывающий отличие расчетных условий пиления от табличных.

По средней цикловой силе вычисляют мощность резания $P_{\text{р}}$, Вт:

$$P_{\text{р}} = F_{\text{хц}} v. \quad (56)$$

Мощность резания может быть вычислена также по объемной формуле

$$P_{\text{р}} = K_{\text{т}} a_{\text{попр}} B_{\text{пр}} t v_s / 60, \quad (57)$$

где $K_{\text{т}}$ — табличное значение удельной работы продольного пиления круглой пилой (табл. 6), Дж/см³; $a_{\text{попр}}$ — общий поправочный множитель, учитывающий отличие расчетных условий от табличных.

6. Табличная касательная сила $F_{ХТ}$ и удельная работа K_T для продольного пиления круглой пилой (сосна, $W = 10 \dots 15 \%$, $t = 50$ мм, $\varphi_B = 60^\circ$; $v = 40$ м/с; зубья острые, $\delta = 60^\circ$)

$a_{ср}$, мм	$F_{ХТ}$, Н/мм	K_T , Дж/см ³	$a_{ср}$, мм	$F_{ХТ}$, Н/мм	K_T , Дж/см ³
0,10	9,5	95	0,50	23,8	47,5
0,15	12,0	80	0,60	26,4	44,0
0,20	14,2	71	0,80	31,2	39,0
0,25	16,0	64	1,00	36,0	36,0
0,30	18,0	60	1,20	40,8	34,0
0,35	19,3	55	1,40	44,8	32,0
0,40	21,0	52,5	1,60	48,8	30,5
0,45	22,5	50,0	2,00	56,0	28,0

Наибольшую скорость подачи $v_{s(P)}$, допустимую по условию полного использования заданной мощности резания P_p , рассчитывают по преобразованной объемной формуле

$$F_{ХТ} = P_p \frac{60 \cdot 1000 \sin \varphi_{ср}}{a_{попртbnz}}. \quad (58)$$

По табл. 6 находят значение средней толщины срезаемого слоя $a_{ср}$, соответствующее вычисленной табличной силе $F_{ХТ}$. Затем по $a_{ср}$ последовательно в соответствии с формулами 51, 49, 40 определяют $a_{серед}$, S_z и v_s :

$$a_{серед \Delta} = a_{ср} (b/B_{пр}); \quad a_{серед \Delta} = a_{ср};$$

$$S_z = a_{серед} / \sin \varphi_{ср}; \quad v_s = S_z z n / 1000.$$

Особенности поперечного пиления древесины круглой пилой. При поперечном пилении (рис. 24) условия работы режущих кромок иные, чем при продольном пилении: перерезает волокна и формирует стенку пропила боковая кромка, а короткая режущая кромка и передняя поверхность скалывают перерезанные волокна, формируя дно пропила. Это определяет следующие требования к геометрии зубьев. Боковая кромка должна перерезать волокна прежде, чем в контакт с ними вступит передняя поверхность. Для этого она должна быть выдвинута вперед по ходу пилы относительно короткой кромки за счет отрицательного (или нулевого) контурного переднего угла ($\gamma \leq 0^\circ$) и иметь положительный передний угол $\gamma_{бок}$ за счет косой заточки. Обычно косая заточка выполняется по передней и задней поверхностям зуба.

При поперечном резании расчет сил резания сложнее. Средняя касательная сила на зубе $F_{Хср}$ исчисляется через табличную касательную силу $F_{ХТ}$ (табл. 7), отнесенную к единице ширины пропила, а не фактического срезаемого слоя, и выбираемую

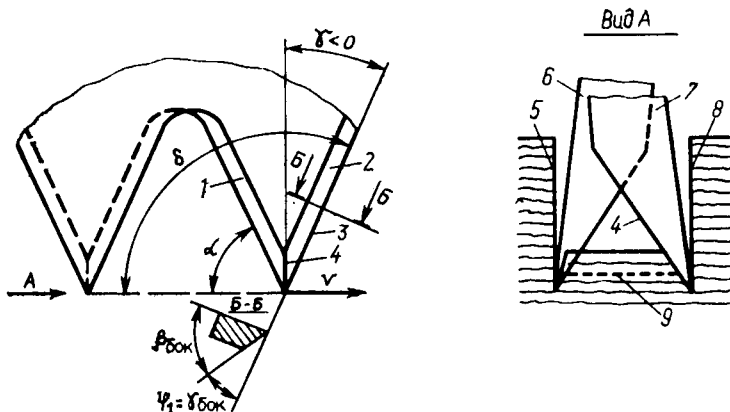


Рис. 24. Стружкообразование при пилении древесины поперек волокон:

1 — задняя поверхность зуба; 2 — передняя поверхность зуба; 3 — боковая режущая кромка; 4 — короткая режущая кромка; 5 — левая стенка пропила; 6 — левый зуб; 7 — правый зуб; 8 — правая стенка пропила; 9 — поверхность скалывания элемента стружки

в зависимости от кинематической, а не средней по сечению толщины стружки на середине дуги контакта:

$$F_{\chi \text{ ср}} = F_{\chi \text{ т}} B_{\text{пр}} a_{\text{попр}}. \quad (59)$$

В этой же таблице приведены табличные значения удельной работы поперечного пиления $K_{\text{т}}$.

При выборе максимально допустимых подач на зуб S_z при заданной шероховатости поверхности пропила для поперечного пиления можно пользоваться данными табл. 8.

Особенности пиления древесных материалов. Для пиления древесностружечных плит (ДСтП) общий характер зависимости касательной и нормальной сил резания и шерохо-

7. Значения $F_{\chi \text{ т}}$ и $K_{\text{т}}$ для поперечного пиления древесины круглой пилой (сосна, $W = 15\%$, зубья острые)

$a_{\text{серед}} = S_z \sin \varphi_{\text{ср}},$ мм	$F_{\chi \text{ т}}, \text{ Н/мм, для ширины}$ пропила $B_{\text{пр}}, \text{ мм}$			$K_{\text{т}}, \text{ Дж/см}^3, \text{ для ширины}$ пропила $B_{\text{пр}}, \text{ мм}$		
	2,5	3,5	5,0	2,5	3,5	5,0
0,01	1,0	0,9	0,7	105	90	75
0,02	1,8	1,6	1,2	92	78	62
0,03	2,5	2,1	1,6	84	70	55
0,04	3,2	2,6	2,0	79	65	49
0,05	3,7	3,0	2,3	75	61	45
0,10	6,7	5,2	3,5	67	52	35
0,15	9,6	7,5	4,9	64	50	33
0,25	12,2	9,8	6,4	61	49	32

8. Максимальная подача на зуб, мм, при различной заданной шероховатости поверхности пропила для поперечного пиления (средние производственные условия резания, зубья острые)

Высота неровностей $R_{т \text{ max}}$, мкм, не более	$\beta_{\text{бок}}=10^\circ$ при		$\beta_{\text{бок}}=60^\circ$ при	
	$\gamma=-35^\circ$	$\gamma=-5^\circ$	$\gamma=-35^\circ$	$\gamma=-5^\circ$
800	$>0,2$	$>0,2$	$>0,2$	0,2
500	0,2	0,05	0,15	0,05
320	0,05	—	0,05	—

ватости обработанной поверхности от средней толщины срезаемого слоя остается тем же, что и для пиления древесины. В табл. 9 приведены ориентировочные данные по пилению ДСтП круглой пилой.

Качество распиливания ДСтП характеризуется величиной сколов на кромке (измеряется по пласти плиты в направлении перпендикулярном плоскости пропила) и шероховатостью поверхности пропила (главным образом величиной неровностей разрушения и ворсистостью). Сколы являются следствием отслоения поверхностных частиц плиты под силовым воздействием зубьев на входе в материал или на выходе из него. Величина сколов может быть сведена к минимуму за счет правильного выбора геометрии зубьев пилы (переднего угла и угла косой заточки), обеспечения надлежащего подпора по пласти плиты вблизи кромки пропила, исключения возможности работы затупленным инструментом. Шероховатость поверхности пропила в значительной мере зависит от средней толщины срезаемого

9. Значения $F_{ХТ}$ и K_T для пиления древесностружечной плиты круглой пилой (количество связующего 8 %, зубья острые, $v = 40$ м/с, $B_{пр} = 3$ мм, $B = 1,7$ мм, $\varphi_{ср} = 35^\circ$)

$a_{ср}$, мм	$F_{ХТ}$, Н/мм, при плотности плиты, кг/м ³			K_T , Дж/см ³ , при плотности плиты, кг/м ³		
	500	700	900	500	700	900
0,02	1,6	2,5	3,3	78,6	123,0	167,0
0,04	2,2	3,4	4,7	54,4	85,0	117,0
0,06	2,6	4,1	5,6	43,5	68,0	92,5
0,08	3,0	4,6	6,3	37,1	58,0	78,9
0,10	3,4	5,3	7,2	33,9	53,0	72,0
0,12	3,9	6,1	8,3	32,7	51,0	69,4
0,14	4,5	7,1	9,6	32,4	50,6	68,9
0,16	5,2	8,1	11,0	32,2	50,4	68,5
0,18	5,8	9,0	12,3	32,1	50,2	68,2
0,20	6,4	10,0	13,6	32,0	50,0	68,0
0,22	7,0	11,0	14,9	31,9	49,8	67,8

Рис. 25. Виды пиления ДСП

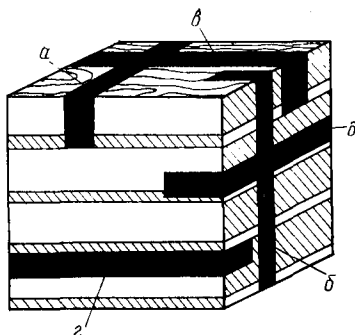
слоя (подачи на резец). При этом показатели шероховатости ухудшаются с уменьшением плотности плит и содержания связующего.

Для получения удовлетворительного качества поверхности пропила рекомендуются следующие подачи на зуб пилы: 0,03... 0,05 мм для плит плотностью 700 кг/м³ и с содержанием связующего менее 8 %; 0,05... 0,01 мм для плит плотностью 900 кг/м³ и с содержанием связующего 8... 12 %; 0,15... 0,25 мм для плит плотностью выше 900 кг/м³ и с содержанием связующего свыше 12 %.

При пилении ДСтП, облицованных декоративным пластиком, предъявляются повышенные требования в отношении сколов по поверхности облицовки. Определены условия чистового пиления, при которых длина сколов не превышает 50 мкм: пила минимального диаметра с зубьями, оснащенными пластинами твердого сплава, $\gamma = -10^\circ$, $\alpha = 15^\circ$, $\beta = 70^\circ$, $\rho_{\text{бок}} \leq 13$ мкм, $v = 40 \dots 50$ м/с, $S_z \leq 0,03$ мм. ДСтП, облицованные шпоном, можно распиливать поперек волокон облицовки теми же пилами при несколько большей подаче на зуб: $S_z \leq 0,05$ мм.

Наиболее часто пилением обрабатывают древесный слоистый пластик ДСП-Б, в котором через каждые 10... 20 параллельных слоев шпона один слой расположен под углом 90° к ним.

Структура пластика (рис. 25) предопределяет использование следующих видов пиления: поперек волокон a и вдоль волокон в направлении прессования b , перпендикулярно направлению



10. Удельная работа пиления ДСП круглой пилой, Дж/см³

Подача на зуб S_z , мм	Поперечное пиление (рис. 26, а)	Продольное пиление	
		(рис. 26, б, д)	(рис. 26, в, г)
0,025	500	560	400
0,05	340	430	305
0,10	250	340	250
0,15	210	295	205
0,20	200	260	180
0,30	180	260	150
0,50	150	260	140

11. Рекомендуемые углы зубьев пилы и величина подачи на зуб

Пиление	Углы зуба с ломано-линейной задней поверхностью, град			Подача на зуб S_z , мм
	α	γ	$\beta_{бок}$	
Поперечное (рис. 26, а)	15 ... 20	0 ... 5	75	0,15 ... 0,20
Продольное (рис. 26, б, д)	15 ... 20	15	75	0,20
Продольное (рис. 26, в, з)	15 ... 20	15 ... 20	90	0,15 ... 0,20 (до 0,3)

прессования в, параллельно клеевым слоям з и вдоль волокон с перерезанием их в торец д. Величина удельной работы и рекомендуемые параметры пиления ДСП круглой пилой приведены в табл. 10 и 11.

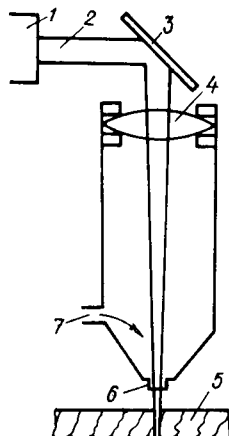
14. Бесстружечное деление

Общие сведения. Пиление как процесс деления имеет существенные недостатки — значительные потери древесины при пилении на образование пропилов, а также на последующих операциях вследствие погрешностей формы (невысокая точность) и шероховатости выпиленных досок и черновых заготовок необходимо устанавливать большие припуски на устранение дефектов пиления. Поэтому для производства представляют интерес процессы безотходного (бесстружечного) деления древесины и древесных материалов.

Идеальным процессом деления древесины представляется резание лезвием, выполненным в виде заостренной по одной кромке пластины. Такая пластина должна быть очень жесткой, чтобы противостоять силам, отклоняющим пластину от заданного направления резания, и достаточно тонкой, чтобы напряжения в заготовке, вызванные внедрением лезвия-пластины, не приводили к ее растрескиванию перед лезвием.

Повышенная жесткость реза-пластины при прочих одинаковых условиях достигается при ее минимальной длине. Но применение пластины малой длины возможно только при малой величине ее хода во время резания. Отсюда возникает идея деления древесины тонкой заостренной натянутой пластиной, совершающей возвратно-поступательное (колебательное) движение с малым ходом (двойной амплитудой) и с большой частотой колебаний, — схема вибрационного резания. Однако в настоящее время проблемы бесстружечного вибрационного деления еще не решены применительно к производственной технологии деления древесины и древесных материалов.

Рис. 26. Схема лазерной установки для раскроя листовых древесных материалов



Перспективным является применение для резания древесины и древесных материалов устройств на основе оптических квантовых генераторов-лазеров.

В общем случае лазер состоит из активного вещества, помещенного в оптический резонатор, и источника возбуждения. В активном веществе происходит преобразование энергии, поступающей от источника возбуждения, в монохроматическое (с неизменной длиной волны) когерентное (согласованное по фазе) излучение светового диапазона, а в оптическом резонаторе — накопление световой энергии и формирование узконаправленного излучения. В результате использования свойств лазерного луча возможно осуществлять узко локализованный нагрев обрабатываемого материала до очень высоких температур, вызывая в нем разрушение. Древесина и древесные материалы в зоне воздействия лазерного луча превращаются в нагретые газы.

Схема технологической лазерной установки для раскроя листовых древесных материалов показана на рис. 26. Газовый (активное вещество — CO_2) лазер 1 мощностью 200 Вт образует пучок лучей 2 диаметром 15 мм, который с помощью системы зеркал 3 и линз 4 концентрируется и направляется на обрабатываемую заготовку 5. Для быстрого удаления продуктов сгорания обрабатываемого материала из зоны резания через сопло 6 с большой скоростью выбрасывается инертный газ, подаваемый через штуцер 7. Перемещение лазерного луча (режущего инструмента) относительно заготовки осуществляется автоматически по программе.

Технологические возможности установок для лазерного резания характеризуют потери древесины (ширина образуемой щели) и производительность резания (скорость перемещения луча относительно материала). Для тонких листовых материалов ширина щели составляет 0,3...0,4 мм, для фанеры толщиной 18 мм — 0,7 мм. Поскольку лазерный луч приобретает способность разделения древесины лишь в зоне фокуса, деление толстых образцов (50 см и более) затруднено. Возможно, потребуется многократный проход луча через материал по аналогии с последовательным углублением зубьев пилы в дно пропила. Данные по производительности лазерного деления, пог. м/мин, различных древесных материалов (мощность лазера 240 Вт) приведены ниже.

Древесина мягких пород толщиной, мм:	
6,35	3,15
12,70	1,27
25,40	0,56
Древесина твердых пород толщиной, мм:	
6,35	2,82
12,70	1,18
25,40	0,44
Фанера на основе фенольных смол толщиной 12,70 мм	0,51
Древесностружечные плиты толщиной 12,70 мм	0,41
Древесноволокнистые плиты твердые закаленные толщиной 12,70 мм	0,33

При применении лазера для раскроя листовых и плитных древесных материалов обеспечиваются высокое качество поверхностей кромок и минимальные потери материала на разделение при получении чистовых деталей различной конфигурации (без припусков на дальнейшую обработку). Отходы в виде твердых опилок отсутствуют, устраняется шум и выделение пыли, расширяются возможности автоматизации технологической операции. Следует, однако, учитывать большую энергоемкость процесса лазерного деления (значительно большую, чем лезвийного резания), дороговизну оборудования, ограниченную сферу технологического применения и другие недостатки. Специалисты и ученые стран-членов СЭВ предполагают расширить технологическое применение лазерной техники в деревообработке.

В современном мебельном производстве бесстружечное деление получило распространение в операциях раскроя листовых древесинных материалов (древесностружечных плит, фанеры, шпона) разрезанием или штампованием.

Разрезание — это процесс деления материала с помощью ножиц — двух плоских или дисковых ножей, при смыкании которых их режущие кромки проходят через общую плоскость резания.

Практически всегда между лезвиями существует зазор s порядка $0,1 \dots 0,3$ мм (рис. 27, а), отрицательно сказывающийся на качестве разреза. Задние поверхности лезвий составляют угол $\alpha = 2^\circ$ с плоскостью резания, благодаря чему уменьшается трение. Углы заточки лезвий: подвижного ножа $\beta_1 = 30^\circ$; неподвижного ножа $\beta_2 = 75^\circ$ или 90° .

Различают следующие схемы разрезания: плоскими ножницами с параллельными режущими кромками и подвижным ножом, движущимся перпендикулярно режущей кромке (рис. 27, б); то же, но с подвижным ножом, движущимся не перпендикулярно режущей кромке (рис. 27, в); плоскими ножницами с непараллельными кромками (рис. 27, г); дисковыми ножницами (рис. 27, д).

По схемам, показанным на рис. 27, б и 27, в, резание происходит одновременно по всей длине l заготовки, при наклонных ножах — на длине $x = l/\operatorname{tg} \varphi$, где t — толщина заготовки, φ — угол

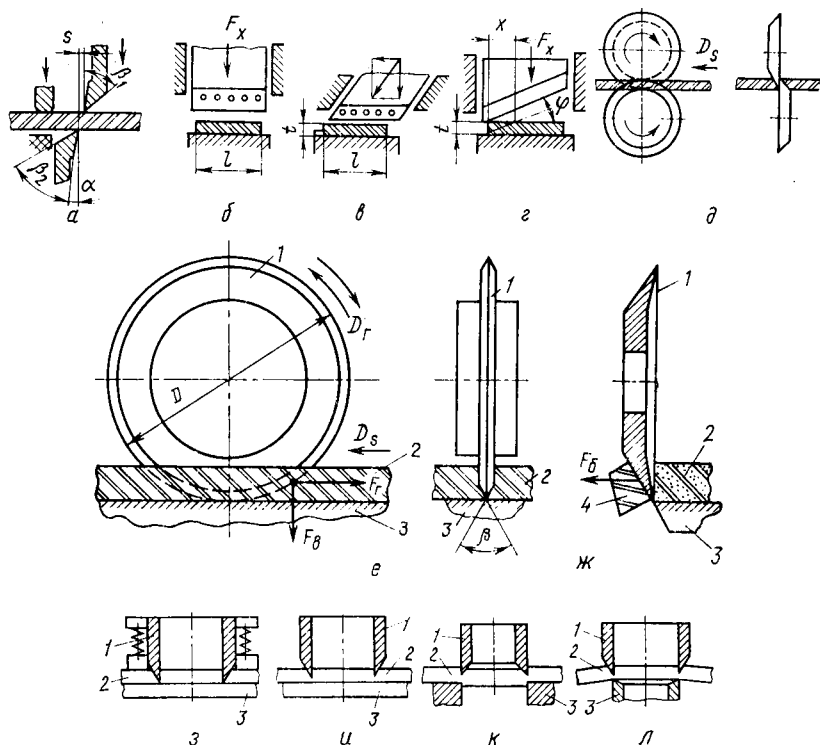


Рис. 27. Схемы бесстружечного деления:

а — разрезание ножницами; *б, в* — разрезание плоскими ножницами с параллельными кромками; *г* — то же, с непараллельными кромками; *д* — то же, дисковыми ножницами; *е* — то же, тонким диском при касании диском опорной плоскости; *ж* — обрезка без подпора среза; *з* — штампование при просечке с прижимом заготовки; *и* — то же, без прижима заготовки; *к* — штампование при пробивке; *л* — то же, при вырубке; *1* — подвижный нож (диск, матрица); *2* — заготовка; *3* — опорная плоскость (неподвижный нож, пуансон); *4* — срезок с заготовки

наклона лезвия. Диски (рис. 27, *д*) вращаются в направлении подачи v_s , обеспечивая затягивание разрезаемого материала.

Максимальное усилие разрезания F_x , Н, определяют по следующим формулам:

при параллельных ножах

$$F_x = F_{уд} t l, \quad (60)$$

при наклонных ножах:

$$F_x = F_{уд} t x = F_{уд} t^2 / \operatorname{tg} \varphi, \quad (61)$$

где $F_{уд}$ — удельная сила разрезания, Н/мм².

Удельная сила разрезания зависит от углов заточки β_1 и β_2 лезвий ножей, вида и толщины перерезаемого материала и схемы резания. При разрезании древесноволокнистых плит плотностью 0,85 г/см³ на ножницах с наклонными ($\varphi = 5^\circ$) кром-

ками $F_{уд}=6,1 \text{ Н/мм}^2$ при толщине плит 5,6 мм и $F_{уд}=4,3 \text{ Н/мм}^2$ при толщине плит 3,55 мм. При разрезании березового шпона толщиной 1,15 мм лезвием с углом заточки 25° параллельно волокнам $F_{уд}=2,43 \text{ Н/мм}^2$, перпендикулярно волокнам $F_{уд}=10,7 \text{ Н/мм}^2$.

Резание дисковыми ножницами — перспективный процесс прямолинейной обработки плитных древесных материалов, включая древесностружечные плиты благодаря ряду достоинств: высокое качество поверхности реза, отсутствие шума и пыли при работе инструмента, простота конструкции, надежность и простота эксплуатации дисков. В принципе применение дисков возможно на операциях раскроя и обрезки (удаления припусков) плитных материалов.

Тонкими дисками (толщиной 1,0...1,7 мм) могут быть раскроены (рис. 27, *е*) древесностружечные плиты толщиной до 16 мм, однако качество резания низкое (непрямолинейность реза, мшистость и сколы по пласти плиты). Способ может быть применен для черногого раскроя материалов малой плотности. При линейной скорости на лезвии диска $v=5 \text{ м/мин}$ и скорости движения обрабатываемого материала $v_s=5 \text{ м/мин}$ (отношение $v/v_s=1$), угле заточки диска $\beta=33^\circ$ процесс резания характеризуется силами на диске: горизонтальной $F_r=600 \text{ Н}$ и вертикальной $F_v=2200 \text{ Н}$.

При обрезке плитных древесных материалов без подпора срезка (рис. 27, *ж*) наилучшее качество обрезки получается при попутном резании, скорости движения материала 10 м/мин и соотношении скоростей $v/v_s=3...5$, ширине срезка $b=2...5 \text{ мм}$ и выступе диска за кромки опорной поверхности не менее 4 мм. При обрезке плиты толщиной 21 мм на диске действуют следующие силы: горизонтальная $F_r \approx -250 \text{ Н}$ (действует в сторону движения материала), вертикальная $F_v=950 \text{ Н}$ и боковая (в сторону срезка) $F_b \approx 500 \text{ Н}$.

Штампование (просечка, пробивка, вырубка) — процесс, также построенный на принципе работы ножниц (рис. 27, *з, и, к, л*). Особенностью процесса штампования заготовки является взаимодействие двух лезвий замкнутого контура — пуансона 1 и матрицы 3 (неподвижный инструмент). В схеме просечки пуансон взаимодействует с деревянной, резиновой или свинцовой подкладкой, выполняющей роль матрицы.

Угол заточки верхнего лезвия $\beta_1=25...30^\circ$, нижнего лезвия $\beta_2=60...75^\circ$, зазор между ножами не должен превышать 3 % от толщины разрезаемого материала.

Наибольшее усилие штампования

$$F_x = F_{уд} t S, \quad (62)$$

где S — периметр образуемого контура, мм; t — толщина материала, мм; $F_{уд}$ — удельная сила штампования, Н/мм².

Удельная сила штампования фанеры толщиной 4...5 мм из сосны составляет 5,5 Н/мм²; то же из березы — 6,4 Н/мм², то же из дуба — 7,2 Н/мм²; древесноволокнистых плит толщиной 4,2 мм по схемам пробивки и вырубки (рис. 39, *в, з*) — 9,0 Н/мм².

Штампование является прогрессивным технологическим процессом получения деталей сложной конфигурации или сквозных отверстий разнообразной формы в заготовках из древесноволокнистых плит и фанеры в производствах мебели, деревянных корпусов радио- и телевизионной аппаратуры, футляров часов и других приборов.

15. Фрезерование

Общие сведения. Фрезерованием называют процесс резания вращающимися резцами, в котором траекторией резания является циклоида. Такую кривую описывает точка режущей кромки в результате сложения двух движений: вращательного и прямолинейного поступательного. В станках, где рабочим процессом является фрезерование, вращательное главное движение придано инструменту, движение подачи — заготовке.

Процесс фрезерования очень похож на процесс пиления круглой пилой: они имеют одинаковую кинематику. Различия между ними (конструкции режущего элемента и инструмента в целом, режимов резания, энергетических и качественных показателей) обусловлены прежде всего различным технологическим назначением.

Технологическое применение фрезерования многообразно: 1) обработка поверхностей черновых заготовок для снижения их шероховатости и придания деталям поперечного сечения требуемой формы и размеров; при этом в основном фрезеруются плоские поверхности брусковых деталей или щитов, реже — прямые профильные; 2) обработка профильных и непрофильных кривых поверхностей и объемное копирование; 3) формирование на концах деталей присоединительных элементов (шипов и проушек); 4) измельчение древесины в технологическую щепу и стружку; 5) выработка пазов и гнезд (пазовое фрезерование).

В приведенном перечне позиции 1, 2 и 3 относятся к поверхностной обработке заготовок, 4 — к делению древесины, 5 — к глубинной обработке. Таким образом, процесс фрезерования является универсальным по технологическому назначению.

Процессы фрезерования классифицируют по ряду признаков.

1. По расположению лезвий режущего инструмента относительно оси вращения и форме поверхностей, описываемых лезвиями в пространстве, различают цилиндрическое (рис. 28, *а*) фрезерование, при котором лезвия параллельны оси вращения инструмента и при вращении описывают цилиндрические по-

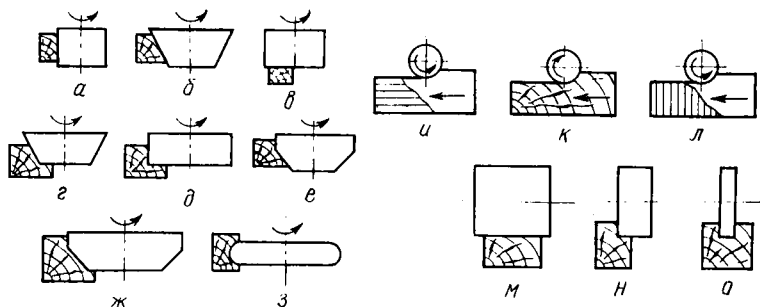


Рис. 28. Фрезерование:

а — цилиндрическое; б — коническое; в — торцовое; г — торцово-коническое; д — торцово-цилиндрическое; е — цилиндро-коническое; ж — цилиндро-торцово-коническое; з — профильное; и — продольное, со встречной подачей; к — поперечное с попутной подачей; л — в торец заготовки; м — открытое; н — полуоткрытое; о — закрытое

верхности; коническое (рис. 28, б) фрезерование, при котором лезвия наклонены к оси вращения инструмента на некоторый угол и описывают при вращении конические поверхности; торцовое (рис. 28, в) фрезерование, при котором лезвия расположены перпендикулярно к оси вращения инструмента и описывают при вращении плоские поверхности кольца или круга.

Сочетания основных видов — цилиндрического, конического и торцового — дают широко встречающиеся в практике разновидности: торцово-коническое (рис. 28, г), торцово-цилиндрическое (рис. 28, д), цилиндро-коническое (рис. 28, е) и цилиндро-торцово-коническое (рис. 28, ж). Основными видами фрезерования получают плоские обработанные поверхности деталей. Сочетанием основных видов в одном инструменте (рис. 28, г—ж) обеспечивается получение сложных поверхностей, профиль поперечного сечения которых составлен из отрезков прямых линий. Вид фрезерования, при котором режущие кромки лезвий имеют криволинейный профиль и при вращении инструмента описывают сложную поверхность вращения (рис. 28, з), обычно считают самостоятельным и называют профильным фрезерованием.

2. По положению обработанной поверхности и направлению подачи относительно волокон древесины различают фрезерование вдоль волокон (рис. 28, и), при котором обработанная поверхность и направление подачи параллельны волокнам; поперек волокон (рис. 28, к), при котором обработанная поверхность параллельна волокнам, а направление подачи перпендикулярно им; в торец (рис. 28, л), при котором обработанная поверхность и направление подачи перпендикулярны направлению волокон.

3. По направлению подачи заготовки относительно направления вращения инструмента фрезерование может быть встречным (рис. 28, и) или попутным (рис. 28, к). Попутное фрезеро-

Рис. 29. Схема цилиндрического фрезерования со встречной подачей заготовки

вание не получило широкого распространения из-за повышенного расхода энергии на резание (в 1,5...2 раза больше, чем при встречном) и опасности неконтролируемой «самоподачи» заготовки под действием силы резания.

4. По числу режущих кромок лезвия различают фрезерование открытое (рис. 28, м), полузакрытое (рис. 28, н) и закрытое (рис. 28, о).

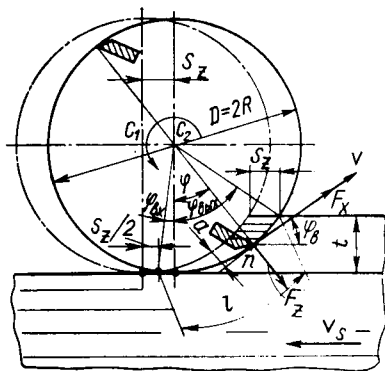
Ниже рассматривается основной вид — цилиндрическое фрезерование (рис. 29). Цилиндрическое фрезерование иногда называют плоским, так как в результате обработки у деталей формируются плоские поверхности.

Кинематика. Главное движение фрезерования — это вращательное движение, при котором каждая точка лезвия описывает окружность. Движение подачи — равномерное движение с прямой траекторией. Основные кинематические соотношения те же, что и для пиления пилой: $v = 2\pi Rn/(60 \cdot 1000)$; $S_o = 1000v_s/n$; $S_z = S_o/z$; где v — скорость главного движения, м/с; R — радиус окружности резания, мм; n — частота вращения инструмента, мин⁻¹; v_s — скорость подачи; м/мин; S_o — подача на оборот, мм; S_z — подача на зуб (лезвие), мм.

Численные значения v на фрезерных станках составляют в среднем 20...70 м/с, $v_s = 10...40$ м/мин.

Геометрия срезаемого слоя и фрезерованной поверхности. На рис. 29 справа от резца показана нефрезерованная поверхность детали, слева и несколько ниже — фрезерованная поверхность (плоскость). Разница уровней нефрезерованной и фрезерованной поверхностей составляет удаляемый припуск или глубину фрезерования t (обычно $t = 2...4$ мм). Дугами окружностей, описанных предыдущим лезвием из центра C_1 и последующим лезвием из центра C_2 , в пределах контура заготовки показаны следы двух смежных поверхностей, ограничивающих срезаемый слой (частично заштрихован горизонтальной штриховкой).

Положение резца (точки n) на дуге резания определяют углом поворота резца φ , отсчитываемым от диаметра окружности резания, перпендикулярного направлению подачи. Углы φ , соответствующие точкам входа $\varphi_{\text{вх}}$ и выхода $\varphi_{\text{вых}}$ резца, определяются из геометрических соотношений:



$$\varphi_{\text{вх}} = \arcsin (S_z/2R); \quad (63)$$

$$\varphi_{\text{вых}} = \arccos [(R-t)/R]. \quad (64)$$

При среднепроизводственных величинах R и t угол $\varphi_{\text{вх}} \approx 0$; $\varphi_{\text{вых}} = 15 \dots 20^\circ$; угол контакта $\varphi_{\text{конт}} = \varphi_{\text{вх}} + \varphi_{\text{вых}} \approx \varphi_{\text{вых}}$.

Геометрические параметры срезаемого слоя: длина, ширина, толщина. Длина l совпадает с длиной дуги контакта резца с заготовкой:

$$l = 2\pi R (\varphi_{\text{вых}}/360). \quad (65)$$

Ширина слоя b (размер в направлении перпендикулярном плоскости рисунка) при открытом фрезеровании равен ширине обрабатываемой заготовки.

Толщина слоя a измеряется по нормали к последующей траектории в данной точке (т. е. по радиусу, проведенному в данную точку). Связь между толщиной слоя и углом φ выражается зависимостью $a = S_z \sin \varphi$. Средняя толщина срезаемого слоя вычисляется либо как толщина в средней точке при $\varphi = \varphi_{\text{конт}}/2$, либо путем деления площади срезаемого слоя $S_z t$ в продольном сечении (в плоскости рис. 30) на длину слоя l :

$$a_{\text{ср}} = S_z \sin (\varphi_{\text{конт}}/2) \approx S_z t/l. \quad (66)$$

Максимальную толщину срезаемый слой имеет вблизи точки выхода при $\varphi \approx \varphi_{\text{вых}}$, т. е. $a_{\text{мах}} = S_z \sin \varphi_{\text{вых}} \approx S_z \sin \varphi_{\text{конт}}$. Сравнивая выражения для $a_{\text{ср}}$ и $a_{\text{мах}}$, получаем $a_{\text{мах}} \approx 2a_{\text{ср}}$.

На шероховатость поверхности, полученной фрезерованием, определяющим образом влияют кинематические неровности (волны на поверхности, обусловленные кинематикой фрезерования) и неровности разрушения (законы, отщепы, вырывы частиц древесины).

При фрезеровании многолезвийной ножевой головкой практически не удается даже при тщательной установке добиться равенства радиусов резания лезвий (неточность установки $\tau = R_{\text{мах}} - R_{\text{мин}} = 0,02 \dots 0,1$ мм).

В общем случае неравенство радиусов резания приводит к срезанию различных по объему стружек и формированию на поверхности детали волн различной длины. На рис. 30, а показан профиль фрезерованной поверхности для частного случая, когда она сформирована двумя лезвиями: первое лезвие, имеющее больший радиус резания R_1 , срезает большие слои и оставляет более длинные волны ($e_1 > e_2$). В сумме длинная и короткая волны составляют величину подачи на оборот: $e_1 + e_2 = 2S_z = S_0$. Глубина волны вычисляется по ее длине. Для оценки

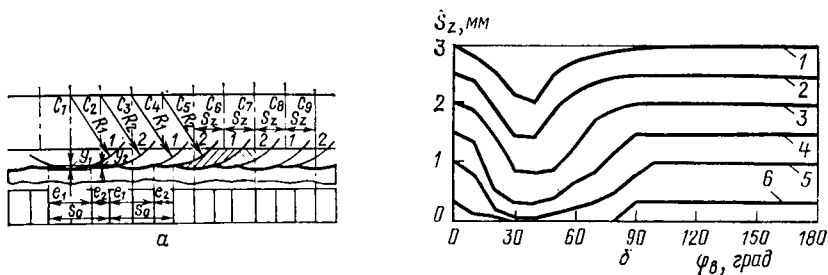


Рис. 30. Неровности на фрезерованной поверхности:

a — кинематические волны при $z=2$ и $R_1-R_2=\tau$; *б* — зависимость глубины неровностей разрушения $R_{m \max}$ от подачи на зуб S_z и угла встречи φ_B (сухая сосна $\delta=55^\circ$, $D=180$ мм; $\alpha=15^\circ$, резцы острые); 1 — $R_{m \max}=500$ мкм; 2 — $R_{m \max}=320$; 3 — $R_{m \max}=320$ мкм; 4 — $R_{m \max}=100$ мкм; 5 — $R_{m \max}=60$ мкм; 6 — $R_{m \max}=32$ мкм

шероховатости по кинематическим неровностям определяют наибольшую глубину волны, т. е. y_1 :

$$R_{m \max} = y_1 = e_1^2 / 8R. \quad (67)$$

Преимущество многорезцового инструмента перед одно- и двухрезцовым — высокое качество обработанной поверхности при его применении — проявляется в полной мере только в том случае, когда удастся обеспечить равное участие всех лезвий в работе, т. е. равенство радиусов всех лезвий. Тогда длина волн на поверхности будет равна S_z , а не S_0 , как при применении одно- или двухлезвийного с большой неточностью установки лезвий, что, например, для резания шестизубой фрезой дает волны в 36 раз меньшей глубины, чем при формировании поверхности одним, наиболее выступающим лезвием. Обеспечение высокой точности расположения лезвий на окружности резания может быть достигнуто в результате их прифуговки при рабочем вращении инструмента, т. е. путем срезания абразивным инструментом — оселком неодинаковых выступов лезвий на величину примерно средних значений τ .

Надо стремиться к тому, чтобы длина волн e соответствовала подаче материала на один зуб S_z , а величина S_z была возможно минимальной. Первое условие обеспечивается тщательной установкой режущих элементов в инструменте и последующей прифуговкой лезвий. Пути выполнения второго условия определяются формулой $S_z = 1000 v_s / (nz)$.

Получить как можно меньшее значение S_z , не снижая величины v_s можно, увеличивая число лезвий z в фрезерном инструменте и (или) увеличивая частоту вращения инструмента n . Возможности увеличения z и n лимитируются конструктивными особенностями инструмента, физико-механическими свойствами материала инструмента, требованиями техники безопасности.

12. Предельно допустимая длина волн, мм, на обработанной поверхности для заданной высоты неровностей при продольном фрезеровании

Высота неровностей $R_{m \max}$ мкм, не более	Диаметр резания D , мм					
	100	120	140	160	180	200
16	2,7	2,9	3,2	3,4	3,6	3,8
32	3,7	4,0	4,3	4,7	4,9	5,2
60	5,2	5,6	6,2	6,6	7,0	7,4
100	6,7	7,3	7,9	8,5	9,0	9,5
200	9,5	10,3	11,0	12,0	12,6	13,6

Инструменты, применяемые для плоского продольного фрезерования, обычно имеют $z=2 \dots 6$ (максимум $12 \dots 18$) и работают при $n=3000 \dots 6000$ (максимум 12000) мин⁻¹.

Кинематические неровности определяют шероховатость обработанной поверхности только при продольном (угол встречи $\varphi_v=0^\circ$) или продольно-торцовом фрезеровании по волокнам ($\varphi_v>90^\circ$). В табл. 12 приведены значения предельно допустимой длины волн на обработанной поверхности для заданного уровня шероховатости.

При продольно-торцовом фрезеровании против волокон (угол встречи φ_v между 0° и 90°) качество обработки определяется не кинематическими неровностями, а неровностями разрушения, не поддающимися расчету. Наибольшая подача на резец S_z , при которой обеспечивается заданный уровень высоты неровностей $R_{m \max}$, в этом случае определяется по опытным данным (рис. 30, б). Чтобы определить допускаемую подачу на зуб, обеспечивающую получение фрезерованной поверхности, например 100 мкм при угле встречи $\varphi_v=20^\circ$, необходимо от точки на оси абсцисс $\varphi_v=20^\circ$ подняться до пересечения кривой 100 мкм (позиция 4). Затем, двигаясь от точки пересечения влево по горизонтали, на оси ординат прочесть величину $S_z=0,5$ мм.

Силы и мощность фрезерования. На дуге контакта резца с древесиной действуют переменные касательная F_x и нормальная F_z силы резания (рис. 31). В расчетах определяют среднюю касательную силу на дуге контакта лезвия с заготовкой $F_{x \text{ ср}}$ и среднюю цикловую (за цикл главного движения — один оборот инструмента) $F_{x \text{ ц}}$:

$$F_{x \text{ ср}} = F_{x1} b = F_{x \tau} a_{\text{нопр}} b; \quad (68)$$

$$F_{x \text{ ц}} = F_{x \text{ ср}} z_{\text{рез}}, \quad (69)$$

где $F_{x1}=F_{x \tau} a_{\text{нопр}}$ — единичная касательная сила, Н/мм; b — ширина срезаемого слоя (равная ширине заготовки), мм; $F_{x \tau}$ — табличная касательная

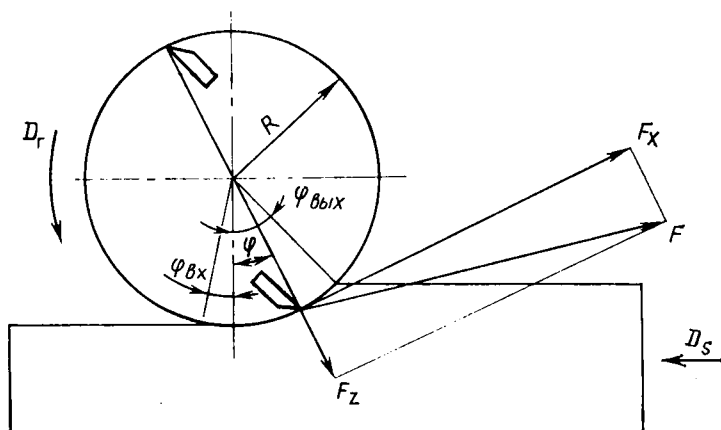


Рис. 31. Силы резания при цилиндрическом фрезеровании со встречной подачей заготовки

сила, Н/мм (табл. 13); $a_{\text{попр}}$ — общий поправочный множитель, учитывающий условия резания; $z_{\text{реж}}$ — число одновременно режущих лезвий;

$$z_{\text{реж}} = l/t_z = lz/2\pi R, \quad (70)$$

где l — длина срезаемого слоя, мм; t_z — шаг лезвий, мм; $t_z = 2\pi R/z$; z — число лезвий в инструменте, шт.

Угол встречи φ_v при фрезеровании вычисляется как сумма углов подачи φ_p (между направлением волокон в заготовке и вектором скорости подачи v_s и среднего угла $\varphi_{\text{ср}} = \varphi_{\text{конт}}/2 \approx \varphi_{\text{вых}}/2$.

$$\varphi_v = \varphi_p + \varphi_{\text{ср}}. \quad (71)$$

13. Значения $F_{X\Gamma}$ и K_T для продольно-торцового цилиндрического фрезерования (сосна, $W = 10 \dots 15 \%$, $v = 20 \dots 40$ м/с, резец острый, $\delta = 55 \dots 60^\circ$)

Средняя толщина срезаемого слоя, $a_{\text{ср}}$, мм	$F_{X\Gamma}$, Н/мм, при углах встречи φ_v , град					Значения K_T , Дж/см ³ , при углах встречи φ_v , град				
	0	15	30	45	90	0	15	30	45	90
0,025	0,9	1,1	1,4	1,6	2,4	37	43	54	65	97
0,05	1,7	2,0	2,5	2,9	3,5	33	39	50	57	79
0,1	2,5	3,3	4,1	4,6	6,0	25	33	41	46	60
0,2	3,4	4,4	5,6	6,6	8,8	17	22	28	33	44
0,3	3,9	5,1	6,6	8,1	10,8	13	17	22	27	36
0,4	4,6	5,8	7,6	9,6	12,8	11,5	14,5	19	24	32
0,5	5,3	7,0	8,5	10,5	15,0	10,5	14,0	17	21	30
0,6	6,0	7,8	10,2	12	16,8	10,0	13	17	20	28
0,7	7,0	9,2	11,4	14	18,8	10,0	13	16	20	27

Мощность резания определяют по цикловой касательной силе и скорости главного движения или по объемной формуле

$$P_p = F_{x\tau} v; \quad (72)$$

$$P_p = K_T a_{\text{поп}} (btv_s/60), \quad (73)$$

где K_T — табличное значение удельной работы (см. табл. 13).

Наибольшую скорость подачи $v_{s(p)}$, допустимую по условию полного использования заданной мощности резания P_p , рассчитывают по преобразованной объемной формуле

$$F_{x\tau} = P_p \frac{60 \cdot 1000 \cdot \sin \varphi_{cp}}{a_{\text{поп}} b t n z}, \quad (74)$$

где $F_{x\tau}$ — табличная сила фрезерования, Н/мм².

По табл. 13 по найденной $F_{x\tau}$ и известному φ_b находят соответствующую им среднюю толщину срезаемого слоя a_{cp} . По a_{cp} вычисляют $S_z = a_{cp} / \sin \varphi_{cp}$ и $v_s \approx S_z n / 1000$.

Особенности фрезерования древесных материалов. Древесностружечные плиты фрезеруют главным образом по кромке с целью получения точной и гладкой плоской или профильной, прямолинейной или криволинейной поверхности, пригодной для облицовывания, приклейки обкладок, установки реек и т. п.

Величины $F_{x\tau}$ и K_T для фрезерования древесностружечных плит приведены в табл. 14. При пользовании табличными данными реальные условия фрезерования следует учитывать введением соответствующих поправок. Удельная работа фрезерования по пласти примерно в 2,7 раза меньше, чем по кромке. Удельная работа фрезерования предельно затупленными лезвиями примерно в 3 раза больше табличных данных. Увеличение или уменьшение угла резания от 75° вызывает соответственно увеличение или уменьшение удельной работы с интенсивностью, примерно в 8 % на каждые 10° изменения угла.

Для массового фрезерования ДСтП требуется применение твердосплавного инструмента. Рекомендуются следующая геометрия лезвий: $\alpha = 20 \dots 25^\circ$; $\delta = 60 \dots 65^\circ$ для фрезерования плит плотностью 600 кг/м³ и менее и $\delta = 75 \dots 85^\circ$ для фрезерования плит плотностью более 600 кг/м³.

Качество фрезерованной поверхности ДСтП характеризуют глубиной неровностей разрушения и ворсистостью. Абсолютные значения высоты неровностей зависят от угла резания, плотности плит, количества связующего, степени затупления инструмента, толщины срезаемых слоев (подачи на резец). Последний из перечисленных параметров легко регулируется в процессе обработки на станках. Считается, что удовлетворительное качество обработанной фрезерованием кромки ДСтП достигается при следующих величинах S_z , мм: 0,2...0,3 при обработке плит плотностью менее 700 мг/м³ с содержанием связующего менее

14. Значения $F_{ХТ}$ и K_T для фрезерования по кромке древесностружечных плит из резаной стружки ($\delta = 76^\circ$, резцы острые, $t = 2$ мм, $D = 120$ мм)

Средняя толщина срезаемого слоя $a_{ср}$, мм	$F_{ХТ}$, Н/мм, при плотности плиты, кг/м ³			K_T , Дж/см ³ , при плотности плиты, кг/м ³		
	500	700	900	500	700	900
0,03	5,7	11,4	21,0	190	380	700
0,04	5,7	11,3	20,8	142	284	520
0,05	5,8	11,6	21,3	116	232	425
0,06	5,9	12,0	21,6	98	200	360
0,07	6,0	12,1	21,7	86	172	310
0,08	6,2	12,4	22,4	77	155	280
0,09	6,3	12,6	22,9	70	140	255
0,10	6,5	13,0	23,0	65	130	230
0,11	6,5	13,2	23,6	59	120	215
0,12	6,7	13,2	24,0	56	110	200
0,13	7,0	13,8	24,7	54	106	190

8 %; 0,5...0,7 при обработке плит плотностью 700...900 кг/м³ с содержанием связующего 8...12 %; 0,7...1 при обработке плит плотностью более 900 кг/м³ с содержанием связующего более 12 %. При фрезеровании пласти подача на резец должна быть в пределах 0,4...0,6 мм.

Силовые закономерности при фрезеровании прессованной древесины в качественном отношении соответствуют закономерностям фрезерования натуральной древесины. Прослеживается пропорциональная зависимость величин касательной силы и мощности резания от плотности прессованной древесины. Высота неровностей на обработанной поверхности ниже, чем при обработке натуральной древесины, вследствие отсутствия неровностей разрушения и составляет для поперечного фрезерования при острых резцах и подаче на резец в диапазоне 0,03...0,7 мм всего 5...19 мкм.

При фрезеровании слоистой клееной древесины установлены те же, что и при обработке цельной древесины, закономерности изменения касательной и нормальной сил резания. Оптимальная по минимальной энергоемкости резания геометрия резцов из твердого сплава характеризуется углами $\alpha = 15^\circ$ и $\gamma = 15^\circ \dots 25^\circ$. Скорость резания рекомендуется в диапазоне 30...35 м/с, а величина подачи на резец $S_z = 0,6$ мм.

Фрезерование древесных материалов сопровождается повышенным по сравнению с фрезерованием натуральной древесины износом режущих элементов инструмента, снижением периода его стойкости. Чтобы сохранить эффективный период стойкости инструмента, для изготовления инструмента применяют все более износостойкие материалы, режимы резания, оптимальные по критерию наибольшей стойкости инструмента. Но, к сожа-

лению, для большинства процессов резания древесины и древесных материалов такие режимы пока не разработаны.

Прочие виды фрезерования. Полузакрытое и закрытое фрезерование отличается участием в резании, кроме главной режущей кромки одной или двух вспомогательных кромок. В практических условиях резания, когда ширина срезаемого слоя во много раз больше его толщины, влияние вспомогательных лезвий на касательную силу и мощность резания очень невелико (показатели увеличиваются на 3...8 %). Этим влиянием можно пренебречь и пользоваться данными для открытого цилиндрического фрезерования.

Торцовое, торцово-коническое и коническое фрезерование для поверхностной обработки древесных материалов применяют редко. Распространенное в мебельном производстве профильное фрезерование требует конкретного анализа формируемого профиля (с разбивкой на характерные участки) и расчетов сил и мощности по отдельным участкам с использованием закономерностей цилиндрического фрезерования.

16. Точение

Общие сведения. Технологическая цель процесса точения — изготовление деталей с поверхностями тел вращения: цилиндрической, конической, сложной. Очевидно, что в процессе точения резец должен перемещаться относительно заготовки в соответствии с видом образующей.

По направлению подачи относительно оси вращения различают продольное (осевое) и поперечное точение.

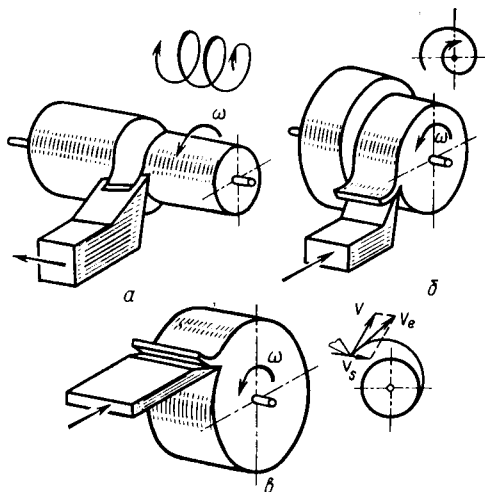
При продольном (осевом) точении (рис. 32, а) вращательное движение резания получает заготовка, движение подачи вдоль оси вращения придается резцу. При этом срезается непрерывный слой постоянного сечения, ограниченный винтовыми поверхностями.

Поперечное точение имеет две разновидности: радиальное и тангенциальное. Радиальное точение получается при подаче резца перпендикулярно оси вращения по направлению радиуса (рис. 32, б). Абсолютная траектория точки лезвия резца в древесине представляет собой архимедову спираль, расстояние между витками спирали — толщина срезаемого слоя a , мм, величина постоянная, $a = 1000 v_s/n$, где n — частота вращения заготовки, мин⁻¹.

Тангенциальное точение (рис. 32, в) осуществляется при поперечной подаче резца по хорде. Траектория резания — спираль с переменным расстоянием между витками. Соответственно меняется толщина срезаемого слоя, причем, что очень важно для обеспечения качественной обработки, она уменьшается к концу процесса.

Рис. 32. Виды точения:

a — продольное (осевое); *б* — поперечное радиальное; *в* — поперечное тангенциальное



Токарные станки в настоящее время мало распространены, так как в современных изделиях из древесины преобладают детали плоской формы и прямоугольного сечения. Однако новые тенденции в конструировании мебели позволяют предположить расширение объемов токарной обработки в будущем.

Продольное точение.

Схема продольного точения показана на рис. 33. Лезвия для чистового точения имеют прямолинейную главную режущую кромку, расположенную под углом $40 \dots 50^\circ$ к оси вращения заготовки (главный угол в плане $\varphi_{пл}$) и вспомогательную режущую кромку под углом $\varphi'_{пл} = 2 \dots 5^\circ$.

Геометрию лезвия, вершина которого расположена на уровне оси вращения, характеризуют кроме углов в плане, углы в главной секущей плоскости $n-n$, перпендикулярной проекции главного лезвия на основную плоскость (плоскость чертежа): задний $\alpha = 10 \dots 12^\circ$; заострения $\beta = 25 \dots 40^\circ$; передний $\gamma = 55 \dots 40^\circ$; резания $\delta = \alpha + \beta = 35 \dots 50^\circ$ и угол скоса (наклона) $\varepsilon = 3 \dots 5^\circ$ главного лезвия относительно радиуса вращения, проведенного через вершину резца.

Глубину точения (припуск) t и размеры поперечного сечения срезаемого слоя a и b определяют по следующим геометрическим соотношениям:

$$t = R_1 - R_2; \quad a = S_o \sin \varphi_{пл}; \quad b = t / \sin \varphi_{пл},$$

где R_1 — радиус заготовки, мм; R_2 — радиус обработанной детали, мм.

Кинематические неровности на поверхности, обработанной точением (рис. 33, б), представляют собой следы в виде чередующихся выступов и впадин («резьбы»). В продольном сечении поверхности можно наблюдать волны, по форме копирующие вершину резца. Длина волны e равняется подаче на один оборот S_o , глубина волны y рассчитывается по следующим формулам;

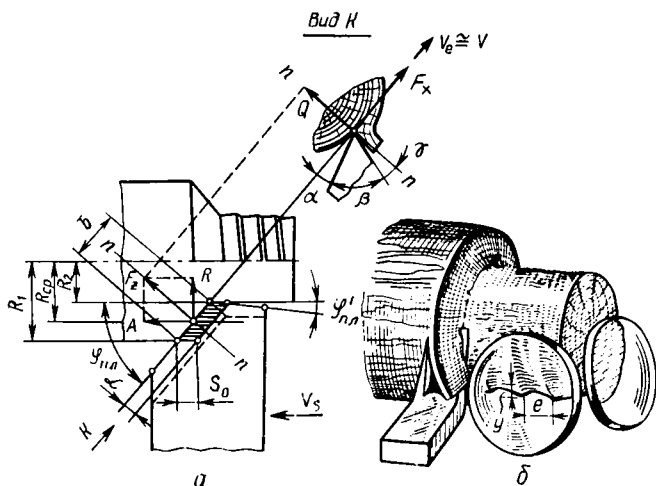


Рис. 33. Продольное точение:

a — геометрия срезаемого слоя; *б* — неровности на обработанной поверхности

для резца, вершина которого не имеет закругления:

$$y = S_0 \frac{\operatorname{tg} \varphi_{\text{пл}} \operatorname{tg} \varphi'_{\text{пл}}}{\operatorname{tg} \varphi_{\text{пл}} + \operatorname{tg} \varphi'_{\text{пл}}}; \quad (75)$$

для резца с закругленной вершиной

$$y \approx S_0^2 / 8r, \quad (76)$$

где r — радиус закругления лезвия.

В общем случае для получения на обработанной поверхности кинематических волн с минимальной глубиной целесообразно назначать возможно меньшие величины подачи на оборот S_0 и углов $\varphi_{\text{пл}}$ и $\varphi'_{\text{пл}}$, а радиус закругления вершины резца по возможности увеличить (при чистовом точении до 3 мм). В практике черновое точение выполняют при $S_0 = 1,6 \dots 2,0$ мм, чистовое — при S_0 не более 0,8 мм.

Силу воздействия резца на заготовку F при продольном точении представляют тремя составляющими: касательной F_x , радиальной R и осевой A (рис. 33, *a*). Для угла скоса главной режущей кромки $\epsilon = 0^\circ$ радиальную R и осевую A силы можно рассматривать как составляющие нормальной силы F_z :

$$R = F_z \cos \varphi_{\text{пл}} = m F_x \cos \varphi_{\text{пл}}; \quad (77)$$

$$A = F_z \sin \varphi_{\text{пл}} = m F_x \sin \varphi_{\text{пл}}. \quad (78)$$

15. Значения $F_{ХТ}$ и K_T для процесса продольного точения (береза, $W = 10 \%$; резец острый, $\alpha = 12^\circ$, $\sigma = 45^\circ$; $v = 10$ м/с)

Толщина срезаемого слоя a , мм	$F_{ХТ}$, Н/мм, при главном угле в плане $\varphi_{пл}$, град				K_T , Дж/см ³ , при главном угле в плане $\varphi_{пл}$, град			
	30	45	60	75	30	45	60	75
0,1	4,2	4,7	5,0	5,3	42	47	50	53
0,2	6,0	6,8	7,6	8,2	30	34	38	41
0,3	6,6	7,8	9,0	9,9	22	26	30	33
0,4	7,6	8,8	10,4	11,6	19	22	26	29
0,5	8,5	10,0	11,5	13,0	17	20	23	26
0,6	9,6	11,4	13,2	15,0	16	19	22	25

Ниже приведены значения m в зависимости от толщины срезаемого слоя для средних режимов чистового точения:

Толщина слоя a , мм	0,1	0,2	0,3	0,4
Множитель m	0,42	0,24	0,17	0,15

Касательную силу F_X вычисляют по табличным значениям силы $F_{ХТ}$ (табл. 15):

$$F_X = F_{ХТ} b a_{\text{попр.}}$$

Мощность резания P_p , Вт, рассчитывают по величине касательной силы F_X , Н, и средней скорости главного движения $v_{\text{ср}}$, м/с:

$$P_p = F_X v_{\text{ср}}; \quad v_{\text{ср}} = 2\pi R_{\text{ср}} n (60 \cdot 1000),$$

где $R_{\text{ср}} = (R_1 + R_2)/2$.

Мощность резания при осевом точении может быть определена также по объемной формуле

$$P_p = K_T a_{\text{попр}} \pi (R_1^2 - R_2^2) v_s / 60, \quad (79)$$

где K_T — табличное значение удельной работы осевого точения, Дж/см³ (см. табл. 15); $a_{\text{попр}}$ — общий поправочный множитель, учитывающий расчетные условия точения; v_s — скорость осевой подачи, м/мин.

17. Шлифование

Общие сведения. В завершающей стадии технологического процесса детали из древесины и древесных материалов, а также лакокрасочные покрытия, обрабатывают абразивными (соскабливающими) материалами или инструментами. Абразивную обработку можно вести незакрепленными зернами (свободными абразивами) или абразивными зёрнами, связанными в одно целое тело, называемое абразивным инструментом. Процесс абразивной обработки с преобладанием резания называют шлифованием, с преобладанием истирания — по-

лированием. В мебельном производстве древесину, древесные материалы и лаковые покрытия шлифуют абразивными инструментами в виде шкурок, полируют поверхности свободными абразивами в виде паст — смесей абразивных зерен с компонентами жидкой фазы (водой, керосином, маслами и др.).

Долгое время шлифование использовали исключительно для удаления с поверхности изделия неровностей и придания ей надлежащей гладкости. Необходимость этой операции вызывается тем, что при предшествующей обработке (фрезерованием, точением) невозможно получить такую шероховатость обработанных поверхностей, которая требуется для качественного протекания последующих технологических операций склеивания или отделки.

В последние годы с появлением новых типов шлифовальных шкурок и специальных станков широкое распространение получает процесс чернового шлифования крупнозернистыми абразивными инструментами с целью точной обработки деталей в размер. Черновое шлифование, например, предпочтительнее фрезерования на рейсмусовых станках при снятии провесов у столярно-строительных сборочных единиц или щитов, набранных из делянок, калибровании древесностружечных плит с целью устранения их разнотолщинности.

Выравнивание поверхностей с доведением их до плоского состояния (обработка под плоскость) может быть самостоятельной технологической целью процесса шлифования в отличие, например, от калибрования, где одновременно с выравниванием поверхностей формируется размер детали по толщине.

Шлифование также широко используется как промежуточная операция этапа в технологии отделки. Процессы шлифования классифицируют по геометрической форме зоны контакта абразивного инструмента с обрабатываемой деталью (рис. 34). Различают шлифование с плоской зоной контакта инструмента и обрабатываемой детали (рис. 34, а, б, в, г); шлифование с цилиндрической зоной контакта (рис. 34, д, е); шлифование с профильной зоной контакта (рис. 34, ж, з, и, к).

Основные характеристики процесса. Шлифовальную шкурку (рис. 35, а) можно рассматривать как многолезвийный инструмент с большим числом режущих кромок абразивных зерен. Зерна 1 из электрокорунда, карбида кремния или других абразивных материалов с помощью связки 2 (животного клея, карбамидной или фенольной смолы) соединены друг с другом и основой шкурки 3 (бумагой, тканью, фиброй или комбинацией этих материалов).

Зернистость шлифовального материала и инструмента характеризуется номером зернистости. Номер зернистости определяет крупность зерен основной фракции (части) зернового

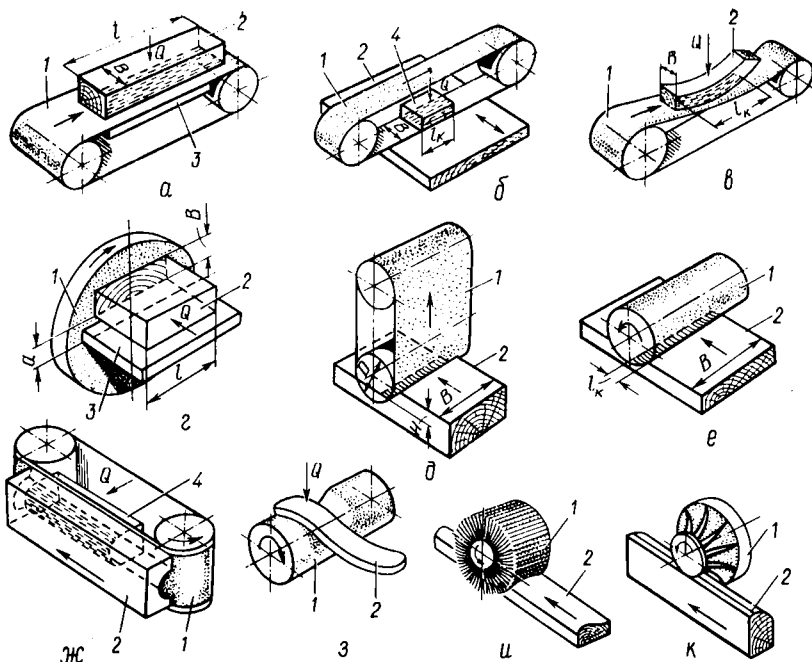


Рис. 34. Схемы процесса шлифования:

а — лентой с неподвижной опорой-столом; б — лентой с нажимом на нее плоским утюжком; в — свободной лентой; г — торцевой поверхностью диска; д — лентой со шкивной рабочей частью; е — цилиндром; ж — лентой с нажимом на нее профильным утюжком; з — эластичным (воздушным) цилиндром; и — щеточной головкой; к — профильным диском; 1 — инструмент; 2 — деталь; 3 — стол; 4 — контактный прижим (утюжок)

состава данного номера зернистости: для шлифзерна и шлифпорошков он соответствует размеру стороны ячейки сита (в сотых долях миллиметра), на котором задерживаются зерна основной фракции; для микропорошков и тонких микропорошков он равен наибольшему линейному размеру в поперечнике зерен основной фракции (в микрометрах). Например, зернистость № 40 означает, что основная фракция зерен будет задерживаться на сите с размером стороны ячейки 0,40 мм и проходить через сито со стороной ячейки 0,50 мм, где 0,50 мм — размер непроходной ячейки сита для предыдущего большего размера зернистости (№ 50). Зернистости № 28 соответствуют зерна основной фракции размерами 28...20 мкм.

Параметры режима шлифования. Основными параметрами режима (для шкурки выбранной зернистости) являются удельное давление на шлифуемой поверхности, направление шлифования относительно волокон древесины, скорость резания, скорость подачи, длина контакта шкурки с древесиной.

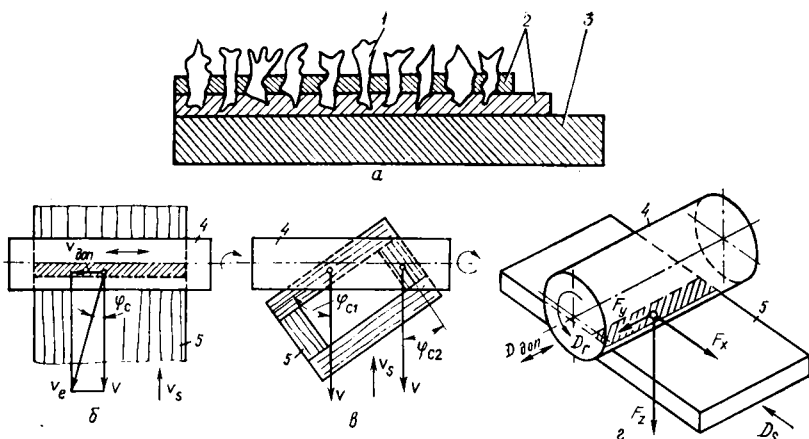


Рис. 35. Характеристики процесса шлифования:

а — поперечное сечение шлифовальной шкурки; *б* — угол скоса (вид в плане) для продольного шлифования с дополнительным (осциллирующим) движением шлифовального цилиндра; *в* — то же, при несовпадении направления волокон древесины с направлением подачи; *г* — силы резания; 1 — абразивные зерна; 2 — связка (двуслойная); 3 — основа шкурки

Удельное давление q в зоне контакта шлифовального инструмента с обрабатываемым материалом влияет на число активных (режущих) зерен. При увеличении числа режущих зерен повышается производительность инструмента. Однако увеличение удельного давления мало влияет на среднюю толщину срезаемого слоя и, следовательно, на шероховатость шлифовальной поверхности. По опытным данным, возрастание удельного давления в 50 раз приводит к увеличению толщины стружек всего на 5...14 %. Рекомендуемые величины удельного давления q , кПа, для основных схем шлифования приведены ниже.

Лентой с неподвижным столом	1,5 ... 4,0/1,0 ... 2,5
Лентой с контактным прижимом	5 ... 20/2 ... 5
Цилиндром	50 ... 200/20 ... 50
Диском	5 ... 57/—

Примечание. В числителе приведены данные для черного шлифования шкуркой зернистостью 80 ... 50, в знаменателе — для чистового шлифования шкуркой зернистостью 25 ... 10.

Направление шлифования относительно волокон характеризуется углом скоса φ_c (рис. 35, б, в). При чистовом шлифовании наилучшее качество поверхности достигается при $\varphi_c = 0^\circ$, т. е. при шлифовании вдоль волокон. Увеличение угла скоса, или переход от продольного шлифования к поперечному, способствует повышению производительности процесса, однако качество обработки ухудшается в результате появления ворса

и резкого выявления следов (рисок), оставляемых абразивными зернами при несовпадении этих следов с направлением волокон древесины. При чистовом шлифовании поверхностей, предназначенных для высококачественной отделки, допускается угол скоса не более 15° . При угле скоса больше 15° , например при обработке щитов, облицованных «в елку» или «в ромб», требуется тщательное шлифование до получения поверхностей с микронеровностями высотой не более 6...8 мкм, только при выполнении этого условия следы от зерен будут практически незаметны.

Скорость резания v_e при шлифовании вычисляется согласно схемам процесса как окружная скорость v на поверхности цилиндра, диска или шкива, приводящего в движение ленту: $v_e \approx v$.

Движение подачи при шлифовании необходимо во всех случаях, когда площадь обрабатываемой поверхности изделия превышает площадь одновременного контакта ее с инструментом. Скорость подачи v_s для заданных условий шлифования должна быть назначена в зависимости от глубины шлифования t : чем больше глубина, тем меньше скорость подачи и наоборот.

При ленточном шлифовании зернами шкурки может быть срезано и унесено с поверхности изделия лишь такое количество стружки, которое разместится в межзерновом пространстве. При достаточно большой длине контакта стружка постепенно заполняет все свободное пространство между зернами и оттесняет шкурку от изделия, съем древесины сокращается, а затем совсем прекращается. Оптимальная длина контакта (по направлению вектора \vec{v}) не зависит от скорости шлифования, незначительно зависит от удельного давления и породы древесины, но определяющим образом зависит от зернистости шкурки. Для зернистости шкурки 32; 16 и 10 оптимальная длина контакта (утюжка), соответственно, равна 125; 100 и 65 мм.

Для нормальной работы шлифовальной ленты важно ее натяжение. Оптимальным, например, для шкурки на тканевой основе будет натяжение 7,5 Н на 1 см ширины ленты.

Качество обработки. Ожидаемая глубина неровностей на шлифованной поверхности для заданных условий обработки может быть рассчитана по эмпирической формуле:

$$R_{m \max} = (110 \pm 20) d_i / \rho, \quad (80)$$

где d_i — размер зерен шкурки, мм; ρ — плотность древесины, г/см³; знак «+» — для острой шкурки, «—» — для тупой.

Производительность шлифования. Полная производительность процесса шлифования A_n , см³/мин, оценивается по номи-

нальному объему материала, удаляемого с обработанной поверхности (площади контакта) за 1 мин:

$$A_{\text{п}} = a_{\text{ш}} v_{\text{с}} B l_{\text{к}}, \quad (81)$$

где $a_{\text{ш}}$ — удельная производительность шлифовальной шкурки, $\text{см}^3/(\text{см}^2 \cdot \text{мин})$; $v_{\text{с}}$ — скорость резания, $\text{см}/\text{мин}$, $v_{\text{с}} = v + v_{\text{с}}$ при встречной подаче и $v_{\text{с}} = v - v_{\text{с}}$ при попутной; B и $l_{\text{к}}$ — ширина и длина площадки контакта соответственно, см .

Удельную производительность шкурки $a_{\text{ш}}$ определяют по эмпирической формуле:

$$a_{\text{ш}} = 1,12 \cdot 10^{-6} (q/\rho) \sqrt{d_i} \cdot a_{\text{м}} a_{\text{п}} a_{\rho}, \quad (82)$$

где q — удельное давление, кПа ; ρ — плотность древесины, $\text{г}/\text{см}^3$; d_i — размер зерен основной фракции данного номера зернистости, мм ; $a_{\text{м}}$ — поправочный множитель, учитывающий влияние материала абразива (электркорунд — 1; кремнь — 1,3); $a_{\text{п}}$ — поправочный множитель, учитывающий способ нанесения абразивных зерен на основу (гравитационный — 1; электростатический — 1,25); a_{ρ} — поправочный множитель, учитывающий остроту шкурки (острая — 1,4; средней остроты — 1; тупая — 0,7).

Силы и мощность шлифования. При шлифовании различают касательную F_x , нормальную F_z и осевую F_y (например, при осцилляции инструмента) силы (рис. 35, з), получающиеся от сложения соответствующих сил на всех режущих абразивных зернах.

В расчетных формулах касательную силу принято представлять как силу трения. Это оправдано физической сущностью шлифования (определяющей ролью процесса трения), а также тем обстоятельством, что нормальная сила резания F_z практически задается режимом шлифования (суммарная сила нормального давления по площади контакта $f_{\text{к}}$). Таким образом

$$F_x = F_z f_{\text{ш}}; \quad F_z = 0,1 q f_{\text{к}}, \quad (83)$$

где $f_{\text{ш}}$ — коэффициент шлифования, величина безразмерная; q — удельное давление по площади контакта, кПа ; $f_{\text{к}} = B l_{\text{к}}$ — площадь контакта, см^2 .

Коэффициент шлифования $f_{\text{ш}}$ зависит, главным образом, от зернистости и степени затупления шкурки, а также свойств обрабатываемого материала:

$$f_{\text{ш}} = (0,425 + 0,19 d_i^{0,5}) a_{\text{п}} a_{\rho}, \quad (84)$$

где $a_{\text{п}}$ — поправочный множитель на породу древесины (береза — 1, сосна — 0,95; дуб — 0,85); a_{ρ} — поправочный множитель на степень затупления шкурки (острая — 1,3; средней остроты — 1; тупая — 0,8).

Для обработки древесностружечных плит $f_{\text{ш}} = 0,75 \dots 0,45$ (бóльшие значения при зернистости шкурки № 40 и выше и значительных припусках на обработку).

Мощность шлифования определяется с учетом особенностей схемы шлифования. Так, для шлифования лентой с учетом

трения обратной стороны ленты по «постели» (коэффициент трения $f = 0,3 \dots 0,4$).

$$P_p = 0,1qf_k(f_{\text{ш}} + f)v, \quad (85)$$

для шлифования цилиндром

$$P_p = 0,1qf_k f_{\text{ш}} v. \quad (86)$$

Расчет скорости подачи и глубины шлифования. Установлено, что достаточным припуском на шлифование является слой материала глубиной, равной средней высоте максимальных микронеровностей на исходной поверхности ($R_{m \max}$ по ГОСТ 7016—82). При этом общая площадь поперечного сечения удаляемого материала составит $2/3$ от площади прямоугольника, высота которого равна разности величин максимальных микронеровностей до и после обработки. Отсюда приведенная глубина шлифования (толщина снимаемого слоя) за один проход равна

$$t_i = \left(\frac{2}{3}\right) [R_{m \max (i-1)} - R_{m \max (i)}], \quad (87)$$

где $R_{m \max (i)}$ — средняя величина максимальных микронеровностей после обработки; $R_{m \max (i-1)}$ — то же, до обработки.

Зная глубину шлифования t_i и вычислив предварительно полную производительность процесса A_n для известных параметров шлифования, скорость подачи v_s (см/мин) можно определить по формуле

$$v_s = A_n / (B t_i) = a_{\text{ш}} v_e l_k B / (B t_i) = a_{\text{ш}} v_e (l_k / t_i), \quad (88)$$

где A_n — полная производительность процесса шлифования, $\text{см}^3/\text{мин}$; $B t_i$ — площадь нормального к направлению подачи поперечного сечения удаляемого припуска, см^2 ; B — ширина контакта, см.

Глубина сошлифовываемого за один проход припуска, см, по заданной скорости подачи и известным характеристикам инструмента определяется из той же зависимости:

$$t_i = A_n / (B v_s) = a_{\text{ш}} v_e l_k B / (B v_s) = a_{\text{ш}} l_k (v_e / v_s). \quad (89)$$

При отсутствии движения подачи глубина шлифования равна

$$t_i = \frac{A_n}{l_k B} T = \frac{a_{\text{ш}} v_e l_k B}{l_k B} T = a_{\text{ш}} v_e T, \quad (90)$$

где T — время шлифования, мин.

18. Сверление

Общие сведения о процессе. Сущность сверления состоит в резании лезвиями, расположенными по торцу цилиндрического тела инструмента. При этом точки режущих кромок перемеща-

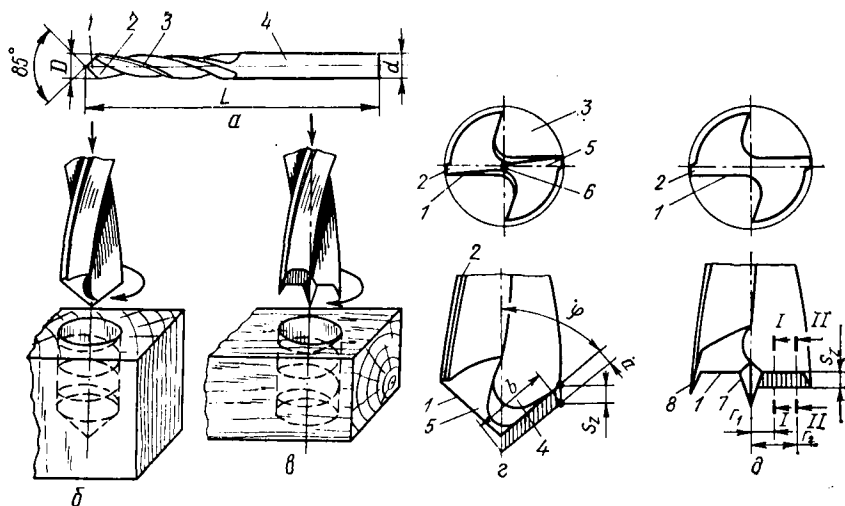


Рис. 36. Сверление:

а — конструкция сверла; *б* — схема сверления вдоль волокон; *в* — то же, поперек волокон; *г* — геометрия режущей части сверла для продольного сверления; *д* — то же, для поперечного сверления

ются относительно древесины по траекториям в виде винтовых линий.

Технологическое назначение процесса — получение сквозных отверстий или несквозных гнезд круглого сечения. Назначение отверстий и гнезд в деталях и узлах из древесных материалов различно: для вставки круглых шипов (шкантов), пропускания деталей металлических креплений (болтов, стяжек), ввинчивания шурупов, а также удаления дефектных мест заготовки с последующей заделкой отверстий пробками.

Главное движение вращения всегда придается инструменту; механизм подачи может надвигать вращающееся сверло вдоль оси вращения на неподвижную заготовку или подавать заготовку на сверло.

Сверло (рис. 36, *а*) имеет хвостовик 4, служащий для закрепления инструмента в рабочем шпинделе станка, и рабочую часть, несущую по торцу лезвия 1 и боковой поверхности направляющие канавки 2. Канавки предназначены для вывода стружки из зоны резания. Боковые (цилиндрические) поверхности сверла шлифованы на небольшую глубину, за исключением узких ленточек 3, которыми сверло базируется на сформированной поверхности отверстия.

По направлению оси отверстия относительно волокон древесины различают сверление продольное (в торец детали) и по-

16. Значения $F_{ХТ}$ и K_T для сверления (сверла острые, сосна, глубина сверления $t \leq 5D$)

Толщина срезаемого слоя a , мм	$F_{ХТ}$, Н/мм, для диаметра сверления D , мм					K_T , Дж/см ³ , для диаметра сверления D , мм				
	5	10	15	20	25	5	10	15	20	25

Сверло с центром и подрезателями для поперечного сверления

0,1	154	43	20	11	9	1540	430	196	113	88
0,5	190	55	26	16	12	380	110	53	33	24
1,0	235	70	34	23	16	235	70	34	23	16
2,0	324	100	50	36	24	162	50	32	18	12

Сверло с конической заточкой для продольного сверления

0,1	222	76	40	26	15	2220	760	400	260	150
0,5	550	125	60	40	30	1100	250	120	80	60
1,0	930	220	110	70	45	930	220	110	70	45
1,5	1275	292	150	90	60	850	195	100	60	40

персичное (в плась) (рис. 36, б, в). Особенности этих видов сверления обуславливают требования к конструкции сверл.

Показателями силового взаимодействия сверла с заготовкой являются крутящий момент и осевая сила. Крутящий момент $M_{кр}$ определяется как произведение касательной цикловой силы $F_{Хц}$ на радиус сверла. В свою очередь сила $F_{Хц}$ получается как сумма средних сил на z лезвиях сверла, приведенных к радиусу сверла R :

$$M_{кр} = F_{Хц}R; \quad F_{Хц} = F_X (R/2) z/R = F_X z/2. \quad (91)$$

Касательная сила на лезвии определяется по табличным данным:

$$F_X = F_{ХТ} b a_{попр},$$

где $F_{ХТ}$ определяется по табл. 16.

Осевую силу вычисляют по приведенной окружной:

$$F_{ос} = m_{ос} F_{Хц}, \quad (92)$$

где $m_{ос}$ — переходный множитель (справочная величина).

Мощность резания при сверлении находят по касательной цикловой силе $F_{Хц}$ и максимальной скорости главного движения v или по объемной формуле:

$$P_p = F_{Хц}v; \quad P_p = K_T a_{попр} \pi R^2 v_s / 60, \quad (93)$$

где K_T — табличное значение удельной работы сверления (табл. 16), Дж/см³; v_s — скорость осевой подачи, м/мин.

Шероховатость поверхности, полученной сверлением, характеризуется высотой неровностей $R_{m\max}=320\dots60$ мкм для подачи на один оборот сверла $S_0=2,2\dots0,7$ мм при сверлении мягкой древесины и $0,5\dots0,1$ мм при сверлении твердой древесины.

Выбор конструкции сверла. При продольном сверлении расположение главных режущих кромок по торцу инструмента в плоскости, перпендикулярной оси вращения нежелательно: они режут в торец. Лучше использовать сверла с конической заточкой режущей части (рис. 36, *з*), у которых режущие кромки 1 наклонены к оси вращения на угол φ (угол при вершине у стандартного сверла $2\varphi=85^\circ$) и при работе осуществляют поперечно-торцовое резание. Благодаря совпадению направления подачи сверла с направлением волокон древесины и одинаковым условиям формирования обработанной поверхности по периметру окружности резания (поперечное резание) не требуется вводить в конструкцию сверла дополнительные элементы, стабилизирующие его положение при работе или обеспечивающие надлежащее качество обработки.

Передние поверхности 4 лезвий сверла — это винтовые поверхности канавок 3; задние поверхности 5 обычно являются частями конических поверхностей с осями, пересекающимися с осью сверла под некоторым углом (этим обеспечивается положительный задний угол резцов). Главные режущие кромки 1 сверла можно считать прямыми линиями. В результате пересечения задних поверхностей образуется кромка 6, называемая перемычкой.

Главное лезвие резца с конической заточкой срезает с дна отверстия слой, размер которого вдоль оси сверла равен подаче на один резец S_z , толщина $a=S_z \sin \varphi$, ширина $b=R/\sin \varphi$. При этом в работе на участке 1—2 принимают участие вспомогательная режущая кромка, образованная пересечением передней поверхности и ленточки 2. Эта кромка формирует поверхность отверстия.

При поперечном сверлении условия работы элементов сверла другие. Гасположение главных режущих кромок в плоскости, перпендикулярной оси вращения, желательно: они будут выполнять преимущественно поперечно-продольное резание. Однако условия работы вспомогательной режущей кромки будут неблагоприятными: почти на половине пути за оборот сверла она будет осуществлять продольно-торцовое резание против волокон с самым низким качеством обработки при прочих равных условиях. Кроме того, при сверлении древесины в плась или боковую кромку заготовки существует опасность отклонения оси сверла от заданного направления подачи, снижения точности выполнения операции. Таким образом, условия резания диктуют требования к конструкции сверла; его необходимо

снабдить элементами для центрирования и повышения качества обработки. Таким требованиям отвечает стандартное спиральное сверло с направляющим центром и подрезателями.

Сверло для поперечного сверления (рис. 36, д) имеет главные режущие кромки 1, расположенные в плоскости, перпендикулярной оси вращения, направляющий центр 7 и подрезатели 8. Главная кромка срезает слой толщиной $a \approx S_z$, предварительно отделенный от боковой поверхности отверстия впереди идущим подрезателем. Направляющий центр, ось которого совпадает с осью сверла, обеспечивает дополнительное (к ленточкам) центрирование сверла. В итоге в сложных условиях поперечного сверления получаются точные по форме и размерам отверстия с минимальными неровностями поверхности.

Главные номинальные углы лезвия станочного центрового сверла обычно составляют $\alpha = 20 \dots 25^\circ$, $\beta = 35 \dots 40^\circ$, $\delta = 55 \dots 70^\circ$.

Особенности сверления древесных материалов. Производительное и качественное сверление ДСтП обеспечивается использованием сверл с направляющим центром и подрезателями. Это соответствует требованиям к конструкции сверл для древесины, так как при сверлении в пласт ДСтП условия работы сверла близки к условиям сверления древесины поперек волокон. Предпочтительны следующие угловые параметры сверл: $\alpha \approx 18 \dots 25^\circ$, $\delta = 45 \dots 60^\circ$. Частота вращения сверла рекомендуется в пределах $2500 \dots 3500 \text{ мин}^{-1}$. Плотные плиты нужно обрабатывать сверлами из быстрорежущих сталей или с пластинами из твердого сплава.

Качество сверления определяется свойствами ДСтП (плотностью и количеством связующего) и режимом сверления (толщиной срезаемого слоя, подачей на резец). Показатели качества, удовлетворяющие технологическим требованиям, получаются при соблюдении следующих величин подачи на резец $S_z = 0,15 \dots 0,5 \text{ мм}$ для сверления плит плотностью менее 700 кг/м^3 с содержанием связующего менее 8 %; $0,25 \dots 0,75 \text{ мм}$ для сверления плит плотностью более 700 кг/м^3 с содержанием связующего более 8 %. При сверлении отверстий под шканты (круглые вставные шипы) в древесностружечных плитах плотностью $650 \dots 750 \text{ кг/м}^3$ $S_z = 0,7 \dots 0,8 \text{ мм}$.

Древесноволокнистые плиты (ДВП) также часто обрабатывают сверлением. Основные проблемы сверления твердых ДВП: быстрое затупление инструмента и дефект обработки в виде значительного поднятия волокон вокруг высверленного отверстия.

Для сверления ДВП целесообразно использовать твердосплавные спиральные сверла с конической заточкой режущей части (угол при вершине $2\varphi = 170^\circ$), частота вращения при сверлении $3000 \dots 4000 \text{ мин}^{-1}$.

19. Гнездообразование

Пазовое фрезерование концевой фрезой. Технологическое назначение — выработка в деталях из древесины пазов и продолговатых гнезд методом фрезерования. Инструмент, консольно закрепляемый в станке, имеет лезвия по боковой и торцовой поверхностям. Гнездо формируется по одной из следующих схем.

1. Сначала вырабатывают два круглых гнезда по краям будущего паза при осевой подаче $v_{s\text{ ос}}$ инструмента. При этом главную роль выполняют торцовые лезвия инструмента; срезается слой постоянной толщины, $a_{\text{ос}} \approx S_{z\text{ ос}}$, заключенный между смежными винтовыми поверхностями резания (рис. 37, а). Затем промежуток между двумя круглыми гнездами удаляется методом фрезерования при боковой подаче заготовки со скоростью $v_{s\text{ бока}}$ (рис. 37, б).

2. Паз формируется инструментом при одновременно осуществляемых осевой и боковой подачах (рис. 38), причем боковая подача задается как возвратно-поступательное боковое движение инструмента с переменной скоростью (кривошипно-ползунным механизмом).

3. Паз формируется по предыдущей схеме, но боковая подача задается как качательное движение инструмента с переменной скоростью.

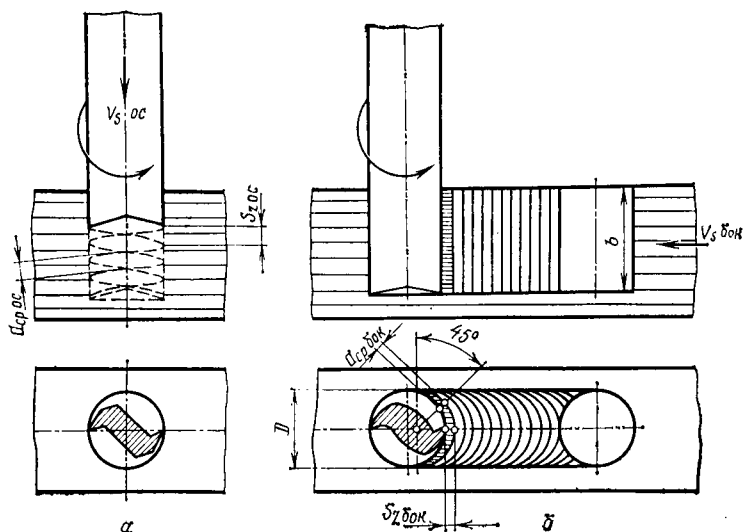


Рис. 37. Схема формирования гнезда концевой фрезой при последовательно осуществляемых заглаблении (а) и боковой подаче (б) инструмента

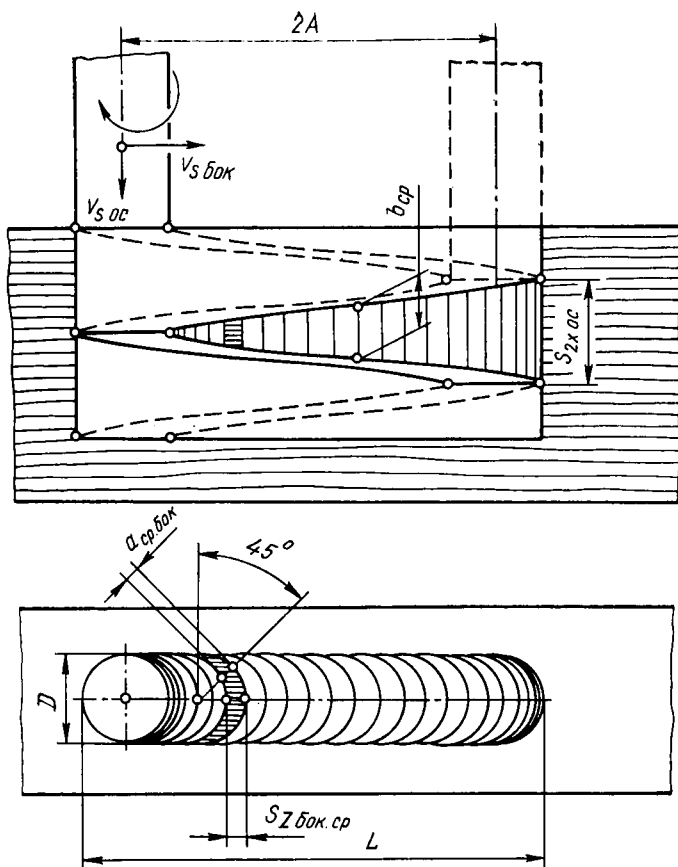


Рис. 38. Схема формирования гнезда концевой фрезой при одновременно осуществляемых осевой и боковой подачах (боковое движение возвратно-поступательное)

В расчетах процесс пазового фрезерования сводится к цилиндрическому фрезерованию. Переменные параметры геометрии срезаемого слоя заменяются средними значениями. Средняя толщина срезаемого слоя определяется по формулам:

для схемы 1

$$a_{\text{ср. бок}} = S_{z \text{ бок}} \sin 45^\circ \approx 0,71 S_{z \text{ бок}}; \quad (94)$$

для схем 2 и 3:

$$a_{\text{ср. бок}} = S_{z \text{ бок. ср}} \sin 45^\circ; \quad (95)$$

$$S_{z \text{ бок. ср}} = 1000 v_{s \text{ бок. ср}} / (zn); \quad (96)$$

$$v_{s \text{ бок. ср}} = 2(L - D) n_{\text{бок}} / 1000, \quad (97)$$

где L — длина гнезда, мм; D — диаметр резания, мм; n — частота вращения концевой фрезы; $n_{\text{бок}}$ — частота бокового движения, мин^{-1} .

Ширина срезаемого слоя при боковой подаче в схеме 1 постоянна и равна глубине паза, $b=t$. В схемах 2 и 3 величина b непрерывно меняется, дважды за двойной ход достигая максимума:

$$b_{\max} = 1000v_{s\text{ ос}}/n_{\text{бок}} = S_{2x\text{ ос}}, \quad (98)$$

где b_{\max} — максимальная ширина срезаемого слоя, мм; $v_{s\text{ ос}}$ — скорость осевой подачи, м/мин; $S_{2x\text{ ос}}$ — подача на двойной ход инструмента, мм.

Среднее значение b :

$$b_{\text{ср}} = b_{\max}/2. \quad (99)$$

Средний угол встречи $\varphi_{в.ср}$ резца с волокнами древесины устанавливают с учетом направления боковой подачи $v_{s\text{ бок}}$ относительно волокон; при их совпадении $\varphi_{в.ср} = 45^\circ$.

Зная $a_{ср.бок}$, b или $b_{ср}$ и $\varphi_{в.ср}$, по справочным данным для цилиндрического фрезерования можно вычислить силы и мощность резания боковыми (главными) лезвиями концевой фрезы, а также решить обратную задачу определения скорости подачи $v_{s\text{ ос}}$ по заданной мощности резания. При качательном боковом движении концевой фрезы дно гнезда получается сформированным по дуге окружности (заглубление середины гнезда относительно краев составляет около 2,5 мм на длине гнезда 100 мм), а на торцовых стенках остаются ступеньки — кинематические неровности глубиной $y_{ст} \approx 0,1S_{2x\text{ ос}}$.

Долбление гнездовой фрезой. Гнездовая фреза (рис. 39, а) представляет собой многолезвийную плоскую пластину, несущую лезвия (зубья) с двух сторон: торцовой и боковой. Гнездовая фреза является мерным режущим инструментом, т. е. ее размером по толщине b определяется ширина вырабатываемого гнезда.

Долбежная головка станка (рис. 39, б) состоит из коромысла 7 с гнездовой фрезой (долбяком) 8, тяги 5, шарнирно связанной с коромыслом и сидящей на оси 4, вала 3 с эксцентриком 6 и электродвигателя 1, приводящего во вращение вал 3 через муфту 2. При вращении вала с эксцентриком 6, связанным с коромыслом долбяка, последний получает вибрационное движение по замкнутой траектории, которая является главным движением процесса резания. Движение подачи придается заготовке (вместе со столом станка) или долбежной головке.

Главное движение инструмента D_r (рис. 39, в) по замкнутой кривой (эллипсу, окружности) характеризуется средней скоростью перемещения вершины зуба по траектории резания $v_{ср}$. Движение подачи прямолинейное с постоянной скоростью v_s . Нижние зубья фрезы — режущие, боковые — удаляющие стружку из гнезда. При частоте циклов главного движения n , мин⁻¹, скорости подачи v_s , м/мин, подача на один цикл S_o равна максимальной толщине срезаемого слоя, $a_{\max} = 1000v_s/n$.

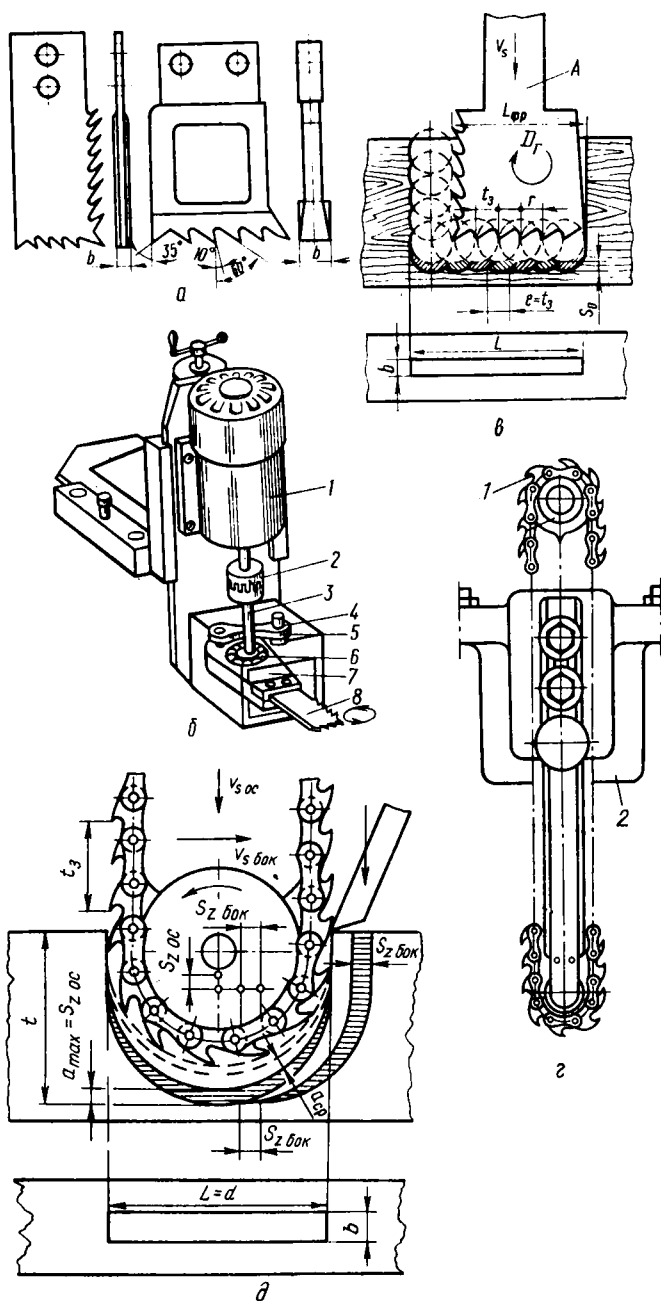


Рис. 39. Долбление:

а — гнездовая фреза; *б* — головка долбежного станка; *в* — схема работы гнездовой фрезой; *г* — головка цепнодолбежного станка; *д* — схема работы цепной фрезой пилы

Длина получаемого паза L , мм, определяется по формуле

$$L = L_{\text{фр}} + 2r, \quad (100)$$

где $L_{\text{фр}}$ — ширина фрезы, мм; r — горизонтальная амплитуда колебания фрезы при главном движении, мм.

При долблении гнездовой фрезой получают гнезда с плоским дном при малой их ширине ($b_{\text{min}} = 3$ мм). Качество обработки характеризуется высокой точностью размеров, шероховатостью стенок не более $R_{\text{т max}} = 32$ мкм.

Долбление цепной фрезой. Цепная фреза 1, или фрезерная цепочка, показана на рис. 39, г. Она установлена на головке 2 цепнодолбежного станка. Процесс формирования гнезда (рис. 39, д) при осевой подаче $v_{\text{ос}}$ аналогичен пазовому фрезерованию, при боковой подаче — пиленнию ленточной пилой. В мебельном производстве цепнодолбежные станки не применяют широко вследствие невысокого качества получаемых гнезд.

Контрольные вопросы

1. Выведите зависимость для определения кинематической толщины срезаемого слоя при пиленнии ленточной пилой. Как влияет развод зубьев на толщину срезаемого слоя, среднюю по поперечному сечению? 2. Напишите объемную формулу мощности резания для процесса продольного пиления круглой пилой. Как, пользуясь справочными таблицами, установить величину удельной работы резания для заданных условий пиления? 3. На схеме с нижним расположением пилы относительно заготовки покажите углы входа и выхода лезвия, длину и среднюю толщину срезаемого слоя, вектор цикловой (окружной) касательной силы. 4. В чем состоят особенности поперечного пиления древесины? 5. Как можно оценить перспективы лазерной обработки древесины? 6. Укажите операции в технологии мебели, где используются процессы бесстружечного резания. 7. Какими путями можно добиться значительного снижения высоты кинематических неровностей при цилиндрическом фрезеровании? 8. Как, пользуясь справочными данными, назначить наибольшую скорость подачи, при которой неровности разрушения на обработанной поверхности не превысят установленного уровня (на примере цилиндрического фрезерования)? 9. Как влияет удельное давление при шлифовании на производительность и качество обработки? 10. Назовите основные правила выбора конструкции сверла для заданных условий сверления.

Глава 4. РАСЧЕТЫ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ НА СТАНКАХ

20. Режим резания и порядок его назначения

Под режимом резания понимают систему правил, мероприятий и нормативов, выполнение которых приводит к достижению цели. Режим обработки на дереворежущем станке — режим резания — регламентирует совокупность условий протекания процесса резания древесины или древесного материала.

Режим резания должен характеризоваться геометрическими (формой, размерами, числом лезвий, углами, остротой) и стойкостными (материалом, предельной износостойкостью лезвий) параметрами инструмента, взаимной ориентацией инструмента и обрабатываемой заготовки (средним углом перерезания волокон, углом в плане) и параметрами кинематики процесса (скоростью резания и подачи).

Резание на станке имеет целью получение продукции (детали) с заданными свойствами качества (точностью формы и размеров, шероховатостью поверхностей). В этом плане режим резания должен базироваться на физико-технологических возможностях процессов, устанавливаемых теорией и опытом.

Но в производстве всегда важно, как достигнуто необходимое качество продукции, во что обошлась технологическая операция. В этом плане режим резания должен быть экономически оптимальным. Оптимальным режимом считается такой режим, при котором достигается наилучшее с точки зрения объективного критерия сочетание параметров резания. Разработку оптимальных режимов резания называют оптимизацией. Критерием при экономической оптимизации режима должен быть минимум затрат на производство данной продукции, например минимальная себестоимость обработки.

Разработка оптимальных режимов является сложной задачей. Ее решают отраслевые научно-исследовательские организации. Для ряда процессов и исходных условий резания оптимальные режимы разработаны и содержатся в руководящих технических материалах (РТМ).

Однако в производственной практике мебельных предприятий обычно пользуются не оптимальными, а так называемыми технологическими режимами. При разработке такого режима технолог для конкретных производственных условий обработки на дереворежущих станках расчетным путем устанавливает зону технически возможных режимов резания и выбирает в этой зоне параметры режима, соответствующие наиболее высокой производительности станка. Точное соблюдение технологических режимов, несмотря на их недостаточную экономическую обоснованность, дает ощутимый технико-экономический эффект, гарантирует получение продукции требуемого качества.

Порядок назначения технологического режима. 1. Выбор станка и инструмента. Никакой оптимальный режим не может исправить ошибки в выборе сочетания станок — инструмент. Если это сочетание неэкономично, то при оптимизации будет найден всего лишь лучший из плохих вариантов режима. Экономически целесообразно ориентироваться на более полное использование параметров станка. Наиболее полное использование возможностей инструмента также очень важно, но эта цель экономически подчинена первой.

В действующие ГОСТы, нормал и технические условия на инструменты заложены сочетания геометрических параметров, наиболее полно удовлетворяющие требованиям процесса резания. Практически задача выбора и поддержания параметров инструмента в процессе резания сводится к строгому выполнению требований стандартов, руководящих материалов и инструкции по эксплуатации инструментов. Это в свою очередь требует непрерывного совершенствования инструментальных хозяйств предприятий.

2. Назначение скорости резания. Скорость резания (частота вращения рабочих шпинделей) на деревообрабатывающих станках обычно не регулируется, хотя этот фактор оказывает влияние на производительность процессов, стойкость инструмента, себестоимость обработки. Обоснованное изменение скорости резания при модернизации станков может давать определенный эффект.

3. Назначение скорости подачи. Скорость подачи — важнейший параметр режима резания. Подход к ее назначению состоит в следующем. По справочным данным рассчитывают наибольшую скорость подачи из следующих условий: полного использования мощности привода механизма резания $v_{s(P)\max}$; обеспечения заданного уровня шероховатости обработанных поверхностей $v_{s(R)\max}$; работоспособности инструмента (например, пилы из условия нормального заполнения емкости межзубной впадины) $v_{s(\sigma)\max}$.

Должна рекомендоваться минимальная из полученного ряда расчетных значений величина скорости подачи. Разумеется, назначенная скорость подачи v_s должна находиться в пределах кинематических возможностей станка $v_{s\min} \leq v_s \leq v_{s\max}$, где $v_{s\min} \dots v_{s\max}$ — диапазон скоростей подачи станка по паспорту. Если скорость подачи ограничивается только кинематикой станка, может оказаться целесообразной модернизация механизма подачи.

Техника расчетов для установления технологического режима резания описана ниже (п. 22, пример 2).

21. Типовые расчетные задачи и общие алгоритмы их решения

В расчетах, связанных с модернизацией и конструированием механизмов резания деревообрабатывающих станков, обоснованным выбором технологических режимов резания древесины и древесных материалов, решаются следующие типовые задачи: 1) определение мощности резания (обычно для определения мощности привода главного движения в станке или проверки загруженности установленного двигателя); 2) расчет координатных сил резания: касательной F_x , нормальной F_z , бо-

ковой F_Y , обычно выступающих в качестве исходных нагрузок в прочностных расчетах режущего инструмента, механизмов подачи, базирующих и фиксирующих устройств дереворежущих станков; 3) прогнозирование качества станочной обработки резанием по исходным условиям обработки; 4) расчет наибольшей допустимой скорости подачи $v_{s(P)}$ (производительности машины) из условия полного использования заданной мощности главного движения; 5) расчет наибольшей допустимой скорости подачи $v_{s(R)}$ по заданному уровню качества обработки (обычно параметру шероховатости обработанной поверхности); 6) расчет наибольшей допустимой скорости подачи $v_{s(\sigma)}$ по предельным возможностям режущего инструмента (прочности или жесткости режущего элемента, емкости транспортирующих стружку устройств и др.).

Сложные (комплексные) расчетные задачи по существу являются комбинацией перечисленных простых задач. Так, например, расчет технологического режима резания на станке выполняется как последовательное решение задач 4, 5 и 6 и анализ полученных результатов.

Алгоритмом называется конечный набор правил, позволяющий чисто механически решать любую задачу из некоторого класса однотипных задач.

Разработка нужных алгоритмов является, таким образом, важнейшим творческим элементом расчетов по процессам резания. Сами вычисления по составленному алгоритму требуют лишь внимания и при их большом объеме применения вычислительной техники.

Составление алгоритма для заданной расчетной задачи проводится в следующей последовательности: 1) однозначно уяснить цель расчета и выбрать (по смыслу, памяти, учебнику или справочнику) конечную расчетную формулу и описание ее символов; 2) наметить путь решения задачи и, анализируя его, убедиться, что избранный путь вполне однозначен; 3) четко установить для каждого шага действий, что известно и что должно стать результатом.

Напомним здесь, что общий поправочный множитель $a_{\text{попр}}$ к величинам K_T или F_{X_T} , учитывающий конкретные условия расчета, определяется как произведение поправочных множителей, учитывающих влияние отдельных факторов резания:

$$a_{\text{попр}} = a_n a_w a_T a_\Phi a_\rho a_\delta a_t a_e, \quad (101)$$

где a_n — поправочный множитель на породу древесины; a_w — то же, на влажность древесины; a_T — то же на температуру древесины; a_Φ — то же, на угол встречи лезвия со структурными элементами обрабатываемого материала (например, волокнами древесины); a_ρ — то же, на затупление лезвия; a_δ — то же, на угол резания; a_v — то же, на скорость резания; a_t — то же, на глубину обработки (для процессов закрытого резания, например, пиления); a_e — то же, на угол скоса лезвия.

Число учитываемых поправочных множителей зависит от степени изученности процесса резания данного обрабатываемого материала. Обычно при вычислении $a_{\text{попр}}$ ограничиваются множителями, указанными ниже.

Расчетные формулы для общего поправочного множителя.

Пиление ленточной пилой

$$a_{\text{попр}} = a_n a_w a_p a_\delta.$$

Пиление круглой пилой

$$a_{\text{попр}} = a_n a_w a_p a_\delta a_v a_t.$$

Фрезерование цилиндрическое

$$a_{\text{попр}} = a_n a_w a_p a_\delta a_v.$$

Фрезерование пазовое

$$a_{\text{попр}} = a_n a_w a_p a_\delta a_v a_t.$$

Точение продольное

$$a_{\text{попр}} = a_n a_w a_p a_\delta a_g.$$

Сверление

$$a_{\text{попр}} = a_n a_p.$$

22. Примеры расчетов

Пример 1. Определить мощность P_p при продольном фрезеровании на фуговальном станке с автоподачей.

Условия резания: порода обрабатываемых заготовок — береза, влажность $W=12\%$, ширина фрезерования $b=150$ мм, глубина фрезерования $t=3$ мм; инструмент и станок: число ножей $z=2$, частота вращения ножевого вала $n=5100$ мин⁻¹; диаметр вала $2R=128$ мм, угол резания ножей $\delta=60^\circ$; радиус округления режущих кромок лезвий ρ соответствует времени работы ножей после заточки $T=120$ мин, скорость подачи $v_s=12$ м/мин.

Решение примера 1. Устанавливается тип расчетной задачи и общие указания к составлению рабочего алгоритма расчета: согласно цели расчета, тип задачи.

2. Разрабатывается рабочий алгоритм расчета, составленный конкретными расчетными формулами для процесса цилиндрического фрезерования. Алгоритм изображается графически, стрелками указывается порядок расчета, шифр необходимого справочного материала записывается рядом с формулой, для которой он требуется, а заданные условием исходные данные берутся в кружок (рис. 40).

3. **В ы ч и с л е н и я.**

3.1. По «цепочке» K_T :

$$S_z = 1000 v_s / (n z) = 1000 \cdot 12 / (5100 \cdot 2) = 1,176 \text{ мм};$$

$$\varphi_{cp} = (1/2) \arg \cos [(R - t)/R] = (1/2) \arccos [(64 - 3)/64] = 9^\circ;$$

$$\varphi_b = \varphi_n + \varphi_{cp} = 0 + 9 = 9^\circ;$$

$$a_{cp} = S_z \sin \varphi_{cp} = 1,176 \sin 9^\circ = 0,18 \text{ мм};$$

$$K_T = 22 \text{ Дж/см}^3 \text{ для } a = 0,18 \text{ и } \varphi_b = 9^\circ.$$

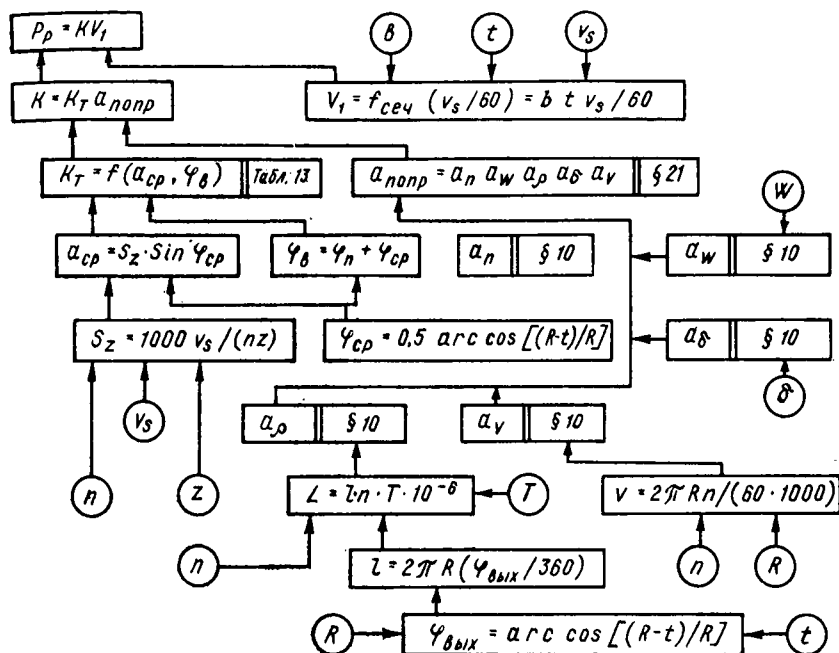


Рис. 40. Рабочий алгоритм решения задачи «расчет мощности резания» для продольного цилиндрического фрезерования

3.2. По «цепочке» $a_{\text{попр}}$:

$a_n = 1,25$ для березы

$a_w = 1,0$ для $W = 12\%$;

$a_d = 1,0$ для $\delta = 60^\circ$;

$a_v = 1,02$ для $v = 2\pi Rn/(60 \cdot 1000) = 2\pi \cdot 64 \cdot 5100/(60 \cdot 1000) = 35$ м/с;

$a_p = 1,3$ для $L = \ln T \cdot 10^{-6} = 2\pi R (\varphi_{\text{вых}}/360) n T \cdot 10^{-6} = 2 \cdot 3,14 \cdot 64 (18/360) \times 5100 \cdot 120 \cdot 10^{-6} = 12,3$ км;

$\varphi_b = 9^\circ$; по шкале твердых пород;

$a_{\text{попр}} = a_n a_w a_d a_v a_p = 1,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,02 \cdot 1,3 = 1,66$.

3.3. Мощность резания:

$K = K_t a_{\text{попр}} = 22 \cdot 1,66 = 36,52$ Дж/см³;

$V_1 = b t v_s/60 = 150 \cdot 3 \cdot 12/60 = 90$ см³/с;

$P_p = K V_1 = 36,52 \cdot 90 = 3286$ Вт.

Пример 2. Назначить скорость подачи v_s при продольном раскрое пило-материалов на заготовки на круглопиловом станке ЦДК4-3.

Условия резания. Распиливаемый материал — порода — бук, влажность древесины $W = 15\%$, температура древесины -20°C , толщина заготовки $t = 44$ мм. Инструмент — пила диаметром $D = 400$ мм, толщиной $B = 2$ мм, частота вращения $n = 2910$ мин⁻¹ (скорость главного движения

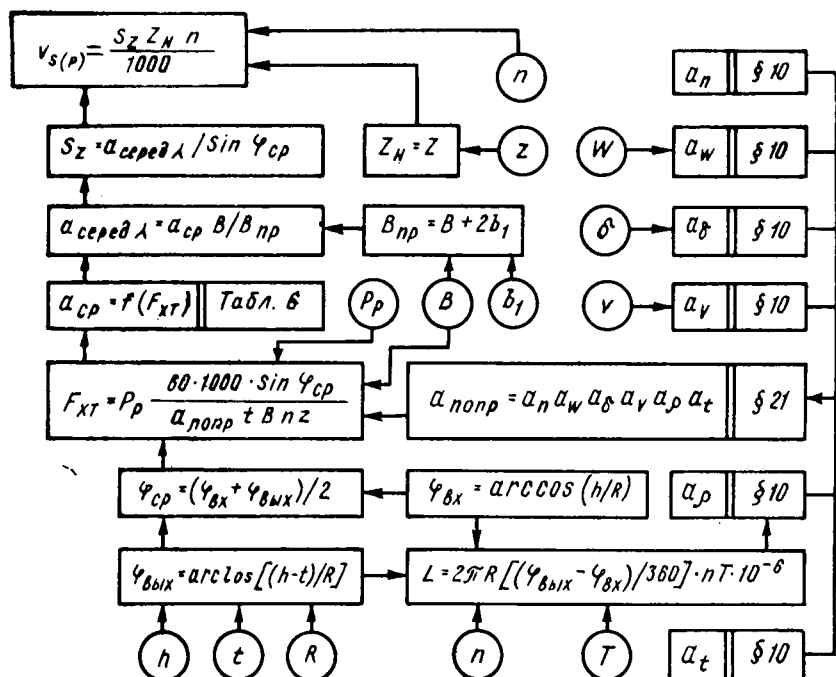


Рис. 41. Рабочий алгоритм расчета скорости подачи по заданной мощности резания для пиления круглой пилой

$v \approx 61$ м/с), число зубьев $z=32$, угол заточки зуба $\delta=60^\circ$, зубья острые (длительность работы пилы $T=0$), способ уширения пропила — развод зубьев ($b_1=0,5$ мм), расстояние от оси пилы (пила над столом) до стола станка $h=197$ мм; станок: мощность резания $P_p=12\,350$ Вт (мощность двигателя главного движения 13 000 Вт, КПД=0,95; $P_p=13\,000 \times 0,95=12\,350$). Требования к шероховатости поверхности обработанных заготовок $R_{m\max}=320$ мкм.

Решение примера. 1. По содержанию задача комплексная: требуется последовательно решить задачи 4, 5, 6 и по результатам назначить рабочую скорость подачи v_s .

2. Расчет скорости подачи $v_{s(p)}$ по заданной мощности резания.

2.1. Составляется рабочий алгоритм расчета.

2.2. Вычисления по цепочке φ_{cp} (рис. 47):

$$\varphi_{внх} = \arccos [(h - t)/R] = \arccos [(197 - 44)/200] = 40^\circ;$$

$$\varphi_{вх} = \arccos (h/R) = \arccos (197/200) = 10^\circ,$$

$$\varphi_{cp} = (\varphi_{внх} + \varphi_{вх})/2 = (10 + 40)/2 = 25^\circ.$$

2.3. Вычисления по цепочке a_{nnp} :

$$a_n = 1,4 \text{ для бука};$$

$$a_w = 1,0 \text{ для пиления при } W = 15 \%;$$

$$a_\delta = 1,0 \text{ для } \delta = 60^\circ;$$

$$a_v = 1,02 \text{ для } v = 61 \text{ м/с;}$$

$$a_p = 1,00 \text{ для } L = 0 \text{ км (по условию } T = 0, \text{ следовательно } L = 0);$$

$$a_t = 0,97 \text{ для } t = 44 \text{ мм.}$$

$$a_{\text{попр}} = a_n a_w a_\delta a_v a_p a_t = 1,4 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,02 \cdot 1,0 \cdot 0,97 = 1,39.$$

2.4. Вычисления $v_{s(P)}$:

$$F_{X\tau} = P_p \frac{60 \cdot 1000 \cdot \sin \varphi_{cp}}{a_{\text{попр}} t B n z} = 1235 \frac{60 \cdot 1000 \cdot \sin 25^\circ}{1,39 \cdot 44 \cdot 2 \cdot 2910 \cdot 32} = 2,73 \text{ Н/мм;}$$

$$a_{cp} = 0,64 \text{ мм по табл. 6 (интерполяция данных таблицы для } F_{X\tau} = 2,73);$$

$$B_{np} = B + 2b_1 = 2 + 2 \cdot 0,5 = 3 \text{ мм;}$$

$$a_{\text{серед } \lambda} = a_{cp} B / B_{np} = 0,64 \cdot 2 / 3 = 0,43 \text{ мм.}$$

$$S_z = a_{\text{серед } \lambda} / \sin \varphi_{cp} = 0,43 / \sin 25^\circ = 1,01 \text{ мм.}$$

$$z_H = z = 32;$$

$$v_{s(P)} = S_z z_H n / 1000 = (1,01 \cdot 32 \cdot 2910) / 1000 = 94 \text{ м/мин.}$$

3. Расчет скорости подачи $v_{s(R)}$ по заданной шероховатости обработанной поверхности.

3.1. Составляется рабочий алгоритм расчета (рис. 42). Для процесса пиления круглой пилой учитываются только неровности разрушения — определяется $v_s^{\text{разр}}(R)$.

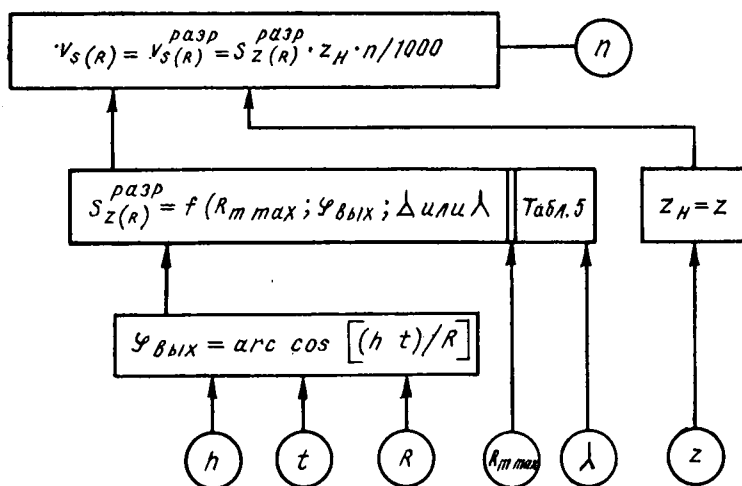


Рис. 42. Рабочий алгоритм расчета скорости подачи по заданной шероховатости обработанной поверхности для пиления круглой пилой

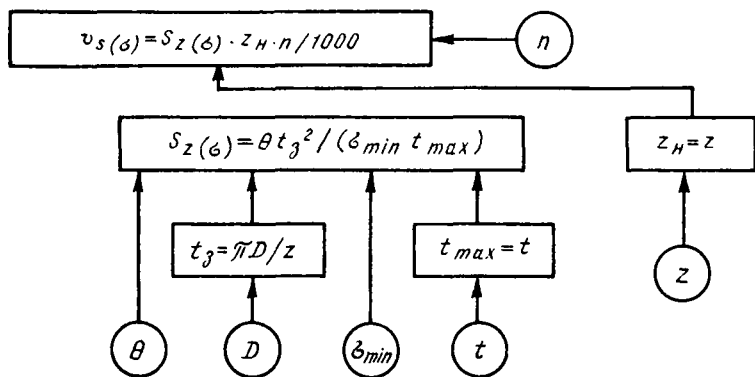


Рис. 43. Рабочий алгоритм расчета скорости подачи по заполнению емкости межзубных впадин пилы для пиления круглой пилой

3.2. Вычисляется $v_{s(R)}$:

$\varphi_{\text{вых}} = 40^\circ$ (см. 2.2).

$S_z^{\text{разр}}(R) = 0,3$ мм для $R_{\text{т max}} = 320$ мкм, $\varphi_{\text{в}} = 40^\circ$, разведенные зубья;

$z_H = z = 32$ шт;

$v_s(R) = v_s^{\text{разр}} = S_z^{\text{разр}} z_H n / 1000 = 0,3 \cdot 32 \cdot 2910 / 1000 = 28$ м/мин.

4. Расчет скорости подачи $v_s(\sigma)$ по возможностям инструмента (коэффициент напряженности межзубной впадины).

4.1. Составляется алгоритм расчета (рис. 43).

4.2. Вычисляется $v_s(\sigma)$:

$t_{\text{max}} = t = 44$ мм; $t_g = \pi D / z = 3,14 \cdot 400 / 32 = 39,25$ мм;

$S_z = \theta t_g^2 / (\sigma_{\text{min}} t_{\text{max}}) = 0,35 \cdot 39,25^2 / (3 \cdot 44) = 4,08$ для $\theta = 0,35$; $\sigma_{\text{min}} = 3$;

$v_s(\sigma) = S_z(\sigma) z_H n / 1000 = 4,08 \cdot 32 \cdot 2910 / 1000 = 380$ м/мин.

5. Анализ результатов.

Рекомендуемая к назначению скорость подачи v_s должна удовлетворять всем ограничениям, накладываемым на режим, т. е. должна равняться минимальному из полученных расчетных значений: $v_s = \min \{v_{s(P)}; v_{s(R)}; v_{s(\sigma)}\} = \min \{94; 28; 380\} = 28$ м/мин.

Проверка. Рекомендуемая скорость подачи должна быть в пределах кинематических возможностей станка. Для станка ЦДК4-3 $v_s = 8 \dots 60$ м/мин (бесступенчатое регулирование), т. е. кинематических ограничений нет.

Вывод. Назначается $v_s = 28$ м/мин.

Контрольные вопросы

Рекомендуются упражнения по решению типовых задач (условия задач предлагаются преподавателем).

Раздел 2. КОНСТРУКЦИЯ, ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДЕРЕВОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Глава 5. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ДЕРЕВОРЕЖУЩЕМ ИНСТРУМЕНТЕ

23. Требования к инструменту. Классификация, индексация и технические характеристики инструмента

Режущий инструмент в станке осуществляет непосредственно процесс целесообразного изменения предмета труда — процесс резания. Следовательно, от правильного выбора его конструкции, качества и правильной эксплуатации во многом зависят производительность станка, качество выпускаемой продукции и экономичность выполнения технологической операции. Для достижения высокого уровня этих показателей по предприятию в целом необходима рациональная организация всего инструментального хозяйства.

Ускоренный технический прогресс в деревообрабатывающей промышленности, автоматизация и интенсификация технологических процессов, а также повышение требований к качеству обработки древесины предъявляют к режущему инструменту все более высокие требования. Инструмент оптимальной конструкции должен обеспечивать высокую производительность и качество обработки (точность деталей и шероховатость их поверхностей), быть износостойким и безопасным в работе, иметь длительный срок службы, подготовка к работе, установка в станок и изготовление его должны быть просты и обеспечивать точность.

Удовлетворение указанных требований в основном достигается правильным выбором материала, термической обработки, угловых и линейных параметров лезвий и конструктивных форм режущего инструмента. Особое внимание всегда должно уделяться безопасной работе инструмента, снижению создаваемого им производственного шума. Важными являются и экономические показатели: стоимость изготовления и срок службы (долговечность).

Инструмент, применяющийся в мебельном производстве, можно разделить на следующие группы по его назначению: станочный режущий инструмент для механической обработки; ручной режущий инструмент для ручной обработки; вспомогательный инструмент для закрепления режущего инструмента в станке; рабочий инструмент для подготовки режущего инструмента к работе; контрольно-измерительный инструмент для

контроля операций по подготовке режущего инструмента к работе.

Рассмотрение основных конструкций и эксплуатации станочного дереворежущего инструмента является содержанием данного раздела учебника. Параллельно по мере необходимости затрагиваются вопросы инструментов остальных групп.

Станочный дереворежущий инструмент разделяется на две подгруппы: 1) инструмент общего назначения (широко применяется во всех деревообрабатывающих производствах); 2) специальный инструмент.

Классификация инструмента общего назначения позволяет проследить связь между видом инструмента и процессом резания, с одной стороны, и типом станка, на котором используется инструмент, с другой стороны.

Классифицируют станочный дереворежущий инструмент общего назначения по процессам резания, в которых он используется. Выделенным типам инструмента соответствуют группы станков мебельного производства, на которых этот инструмент применяется.

1. Процесс резания: пиление.— Типы инструмента: пилы полосовые (рамные, лобзиковые), ленточные, круглые.— Станки, на которых инструмент применяется: лесопильные рамы и лобзиковые, ленточнопильные, круглопильные.

2. Строгание (собственно строгание, лущение, измельчение).— Ножи для строгания: шпонострогальные, лущильные, стружечные и рубильные.— Станки шпонострогальные, лущильные, дисковые стружечные станки и дисковые рубильные машины.

3. Бесстружечное резание.— Ножи для разрезания, режущие диски, штампы.— Гильотинные ножницы, станки для разрезания рулонных материалов, специальное оборудование.

4. Фрезерование.— Ножи для фрезерования, фрезы, фрезерные цепочки.— Станки продольно-фрезерные (фуговальные, рейсмусовые, четырехсторонние) и шипорезные; фрезерные, пазовальные и копировальные; цепнодолбежные.

5. Точение.— Резцы токарные.— Станки токарные и круглопалочные.

6. Шлифование.— Шлифовальные шкурки.— Станки шлифовальные.

7. Сверление.— Сверла.— Станки сверлильные.

8. Долбление.— Долота.— Станки долбежные.

Для упорядочения производства, правильной организации планирования и обращения в производстве каждому инстру-

менту присваивается условное обозначение (индекс), т. е. проводится индексация инструмента. Дереворежущий инструмент общего назначения разделен на подгруппы, имеющие определенный номер: Подгруппа 31. Ножи и инструмент резцовый. Подгруппа 32. Инструмент фрезерный. Фрезы насадные и концевые. Подгруппа 33. Инструмент сверлильный. Сверла, зенкеры, долбяки и фрезерные цепочки. Подгруппа 34. Пилы рамные, ленточные, круглые.

Каждому типоразмеру (разновидности инструмента, отличающейся хотя бы одним параметром) выпускаемого инструмента присвоен индекс, первые две цифры которого указывают подгруппу инструмента, дальнейшие — его виды и разновидности, профили и размерные данные в соответствии с номерами технической документации на этот инструмент. Например, индексом 3420-0170 обозначена пила круглая плоская для распиливания древесины типа 1 — для распиливания с параметрами $315 \times 50 \times 2,0 \times 48$ мм (диаметр \times диаметр посадочного отверстия \times толщина диска \times число зубьев); индексом 3420-0171 такая же пила с параметрами $315 \times 50 \times 2,2 \times 48$; индексом 3421-0170 такая же пила, но типа 2 — для поперечного распиливания с параметрами $450 \times 50 \times 2,5 \times 72$ и т. п.

К основным техническим характеристикам дереворежущего инструмента относятся: размеры, определяющие технологические параметры обработки; геометрия режущих элементов, определяющая качество обработки и энергетические характеристики резания; материал и вид термообработки, определяющие износостойкость инструментов; нормативы по точности и качеству изготовления.

24. Инструментальные материалы и их выбор

Дереворежущие инструменты работают при весьма высоких скоростях резания (до 100 м/с), а лезвия их режущих элементов (зубьев, ножей, резцов) имеют относительно малые углы заострения ($20 \dots 60^\circ$) и высокую остроту (малый радиус округления режущих кромок). В связи с этими особенностями работы инструмента предъявляются повышенные требования к их материалам.

Материалы современных дереворежущих инструментов должны обладать: высокой прочностью, предотвращающей поломки; достаточной твердостью, обеспечивающей хорошую сопротивляемость износу; необходимой пластичностью, чтобы инструменты могли противостоять ударным нагрузкам при работе; хорошей обрабатываемостью (прежде всего способностью затачиваться до высокой остроты режущих кромок).

Твердость материала является важнейшим показателем его свойств. В дереворежущих инструментах она характеризует

ется числом твердости по методу Роквелла HRC_a . По этому методу в поверхность инструмента на специальном приборе — твердомере ТР вдавливается алмазный конус, и глубина внедрения отсчитывается по индикатору прибора. Обычно при испытаниях общая нагрузка на конус составляет 1500 Н. Показания отсчитываются по шкале C_a , поэтому рядом с числом твердости указывается метод измерения HRC_a (ГОСТ 9013—59, ГОСТ 23677—79).

Используют углеродистые инструментальные стали У8А, У9А, У10А (ГОСТ 1435—74) — для изготовления дереворежущего инструмента для обработки древесины мягких пород или при работе на малых скоростях резания, например, ручной; легированные инструментальные стали 9ХФ, 9Х5ВФ, Х6ВФ, Х12Ф1, 8Х4В4Ф1(Р4) и др. (ГОСТ 5950—73) — для массовой обработки на станках натуральной древесины; быстрорежущие стали Р6М3, Р9, Р18 (ГОСТ 19265—73) — для работы с интенсивным нагревом при резании или для обработки клееных деталей; твердые сплавы металлокерамические на основе карбида вольфрама ВК15, ВК8, ВК6 (ГОСТ 3882—74) — для обработки древесных и облицовочных материалов (древесностружечных плит, прессованной и модифицированной древесины, древесно- и бумажно-слоистых пластиков и т. д.); сверхтвердые материалы (СТМ) на основе алмаза или нитрида бора, если к инструменту предъявляются требования сверхвысокой стойкости (массовое калибрование древесностружечных плит, резание цементно-стружечных плит и т. п.). Для повышения износостойкости стального пильного инструмента (ленточных и круглых пил) используют также литые твердые сплавы на кобальтовой основе (стеллиты) и на железистой основе (сормаиты). Методами электродуговой или газовой сварки их наплавляют на зубья пил, благодаря чему износостойкость рабочих кромок увеличивается в 3...7 раз.

25. Подготовка и эксплуатация инструмента на мебельном предприятии

К подготовке инструмента относят технологические процессы, обеспечивающие оптимальные рабочие параметры этого инструмента при минимальных трудовых затратах. Технологические процессы подготовки инструмента должны выполняться в соответствии с режимами, которые разработаны отраслевыми научно-исследовательскими организациями: Центральным научно-исследовательским институтом механической обработки древесины (ЦНИИМОД), Всесоюзным научно-исследовательским институтом деревообрабатывающей промышленности (ВНИИдрев), Всесоюзным научно-исследовательским инстру-

ментальным институтом (ВНИИИ) и другими. Технологические режимы содержат сведения о составе, технических средствах и режимах выполнения операций по подготовке режущего инструмента.

Подготовка режущего инструмента к работе включает следующие технологические этапы: подготовку корпусов (полотен), подготовку режущих элементов (зубьев, лезвий), установку инструмента в станок, ремонт инструмента (по необходимости). Каждый из этапов в свою очередь состоит из ряда операций, для выполнения которых требуется оборудование, приспособления и рабочий инструмент, строго отвечающие требованиям стандартов, технических условий или чертежей. На каждой операции установлены нормативы, по которым проверяется правильность ее выполнения и допускаемые отклонения от этих нормативов.

Для того, чтобы обеспечить единообразие и высокое качество подготовки режущего инструмента, на всех деревообрабатывающих предприятиях отраслевым министерством утверждены обязательные для инженерно-технических работников и рабочих следующие технологические режимы подготовки режущего инструмента (РИ): РИ 01-00. Подготовка рамных пил; РИ 02-00. Подготовка пил для тарных лесопильных рам; РИ 03-00. Подготовка узких ленточных пил; РИ 04-00. Подготовка делительных ленточных пил; РИ 05-00. Подготовка ленточных пил для распиловки бревен и брусьев; РИ 06-00. Подготовка круглых плоских пил; РИ 07-00. Подготовка конических круглых пил; РИ 08-00. Подготовка строгальных круглых пил; РИ 09-00. Подготовка круглых пил с пластинами из твердого сплава; РИ 10-00. Подготовка ножей рубильных машин; РИ 11-00. Подготовка ножей для фрезерования; РИ 12-00. Подготовка дереворежущих фрез; РИ 13-00. Подготовка дереворежущих сверл; РИ 14-00. Подготовка инструмента для древошерстных станков; РИ 15-00. Подготовка короснимателей окорочных станков; РИ 16-00. Наплавка зубьев рамных, ленточных и круглых пил износостойкими сплавами. Подготовка и эксплуатация; РИ 17-00. Подготовка ножей для луцильных станков; РИ 18-00. Подготовка пильных цепей переносных моторных пил. В настоящее время, начиная с 1987 г., режимы перерабатываются и получают новые индексы — РПИ — и номера.

В понятие эксплуатации инструмента входят вопросы обеспечения инструментом рабочих мест (своевременное приобретение, анализ состояния запаса инструмента, доставка на производственные участки и рабочие места, возврат в инструментальную раздаточную кладовую) и технический надзор за эксплуатацией режущего инструмента (контроль за соблюдением режимов резания, анализ причин преждевременного износа или поломки, контроль качества подготовки инструмента).

Вопросы эксплуатации инструмента регламентируются действующим отраслевым Положением по организации инструментального хозяйства предприятия.

Правильная эксплуатация инструмента сводится прежде всего к соблюдению режимов резания на станках. Режимы должны выбираться для условий обработки (технологической операции, параметров заготовок и модели станка) по руководящим техническим материалам (РТМ), обязательным для предприятий отрасли. Такими РТМ являются, например, «Технологические режимы деревообработки (РД)», разработанные ВНИИ-древом.

Если необходимый режим отсутствует в РТМ или возникает необходимость проверки и уточнения принятого режима, технолог или квалифицированный станочник должен сам, пользуясь справочником (например, [4]), установить главный показатель режима — скорость подачи или сопряженные с нею величины (подачу на двойной ход S_{2x} , или подачу на оборот S_o , или подачу на зуб S_z). Как это сделать, показано на примере пиления круглой пилой.

26. Оборудование и инструмент для подготовки дереворежущего инструмента

Оборудование. Среди операций по подготовке дереворежущего инструмента к работе наиболее распространена заточка — восстановление режущего инструмента после затупления его при резании в результате износа лезвий. Поясним использованные термины.

Износом называют изменение микрогеометрии лезвия в результате сложных физических и химических явлений, происходящих при трении поверхностей лезвия о стружку и заготовку во время резания.

Затупление — это изменение (ухудшение) режущих свойств лезвия вследствие износа его поверхностей.

Заточкой называют технологическую операцию восстановления первоначальной микрогеометрии лезвия методом абразивной обработки (шлифованием) с целью возвращения лезвию исходной режущей способности.

Важным показателем качества инструмента, связанным с износом и затуплением, является **стойкость инструмента** — длительность резания (в минутах) новым или восстановленным инструментом от начала резания до отказа по критерию затупления. При этом отказом по критерию затупления обычно считают момент времени, когда достигаются предельные значения параметра износа лезвия (например, радиуса округления режущей кромки), мощности резания (например, возрастание мощности резания в 1,5 раза по сравнению с мощностью реза-

ния острым инструментом) или установленных технологических ограничений (например, допустимых шероховатостей обработанной поверхности или дефектов срезанной стружки).

Так как стойкость дереворежущего инструмента сравнительно невелика (инструментов, изготовленных из инструментальной легированной стали, обычно 240..480 мин) и все инструменты периодически подвергаются заточке, заточные работы имеют наибольший объем, а заточные станки составляют основное оборудование инструментального цеха или мастерских предприятия. Общее представление о номенклатуре и основных параметрах заточных станков дано в табл. 17.

Другую крупную группу оборудования инструментального цеха составляют станки и установки для подготовки полотен и зубьев пил. Обычно это оборудование устанавливается на специально выделенном участке цеха. Сведения об основных моделях этого оборудования также приведены в табл. 17.

Следует отметить, что в состав оборудования инструментального цеха входят также специальные станды и приборы для уравнивания (балансировки), контроля качества подготовки и точности установки инструмента и т. п. О них будет упоминаться особо при рассмотрении конкретных видов инструмента.

Абразивный инструмент для заточки и правки режущего инструмента. Как отмечено выше, восстановление первоначальной геометрии и микрогеометрии лезвий режущего инструмента достигается абразивной обработкой: заточкой и доводкой.

При заточке шлифовальными кругами удаляется минимально необходимый для восстановления микрогеометрии слой материала, однако не обеспечивается правильная микрогеометрия и требуемая острота лезвий. Окончательное формирование режущих лезвий достигается тонкой абразивной обработкой — доводкой мелкозернистыми кругами, брусками или пастиками.

Абразивные инструменты подразделяют по абразивному материалу, зернистости, связке, твердости, структуре, форме и размерам.

По абразивному материалу различают шлифовальные круги и бруски электрокорундовые, карбидкремниевые, алмазные и эльборовые. Для доводки твердосплавных инструментов используют порошки и пасты из карбида бора.

Зернистость инструмента определяется зернистостью шлифовальных материалов (по ГОСТ 3647—80) и алмазных шлифовальных порошков (по ГОСТ 9206—80). Чем меньше номер зернистости используемого инструмента, тем меньше будет шероховатость обработанной поверхности.

Связка для изготовления абразивных, алмазных и эльборовых кругов может быть керамической (К), бакелитовой (Б)

17. Характеристика оборудования для подготовки дереворежущего инструмента

Наименование	Наибольший размер инструмента (длина, ширина, диаметр), мм	Скорость продольной подачи, м/мин	Мощность, кВт	Масса, т
Станки для заточки ножей				
Полуавтомат для заточки плоских ножей с прямолинейной режущей кромкой:				
ТчН31-5	длина 3150	0,5 ... 12,0	7,0	2,7
ТчН21-5	» 2120	2,0 ... 12,0	7,0	2,2
ТчН13-5	» 1320	0,5 ... 12,0	4,0	1,5
ТчН6-5	» 670	0,5 ... 12,0	4,5	1,0
Полуавтомат для заточки ножей с пластинами из твердого сплава ВЗ-157	1320 (длина); до 200 (ширина)	4,0 ... 12,0	3,3	1,5
Станки для заточки пил				
Полуавтоматы для заточки круглых пил:				
ТчПК22-2	2200 (диаметр)	30; 60*	3,0	1,0
ТчПК16-2	1600 »	30; 55	2,0	0,6
ТчПК8-2	1000 »	20; 40; 80	1,1	0,6
ТчПК4-2	400 »	20; 40; 80		
Полуавтомат для заточки твердосплавных круглых пил ТчПТ-4	630 »	5 ... 30	1,55	0,7
Полуавтомат для глубинной заточки твердосплавных круглых пил ТчПТ6-Гл	630 »	5 ... 30	1,6	0,7
Полуавтомат для многопроходной и глубинной заточки твердосплавных круглых пил ТчПТ6-2	630 »	5 ... 30	2,4	0,8
Станок для боковой заточки зубьев твердосплавных круглых пил ТчПКБ	630	15	1,6	0,4
Полуавтомат для заточки и развода зубьев ленточных столярных пил ТчЛ6-2	7 ... 60 (ширина)	100	0,5	0,3
Полуавтомат для заточки ленточных пил ТчЛ35-2	50 ... 350	35; 70	1,5	0,7
Станок для заточки круглых, рамных и ленточных пил ТчПА-6	180 ... 1000 (диаметр) 80 ... 200 (ширина)	35; 40; 80	1,1	0,8
Станок для заточки рамных, круглых пил и плоских ножей	200 ... 1250 (диаметр); 80 ... 200 (ширина) до 640 (длина ножа)	35; 54	1,35	0,6
Станки для заточки фрез и сверл				
Полуавтомат для заточки стальных и твердосплавных насадных цельных и сборных фрез ТчФА-2	80 ... 180 (диаметр) до 200 (ширина)	0,5 ... 4,0	3,3; 4,5	1,1
Полуавтомат для заточки стальных и твердосплавных концевых фрез, а также сверл и фрезерных цепочек	до 40 (диаметр)	—	0,3	0,5
Универсальные заточные станки				
ЗМ642	до 200 (диаметр фрез); до 630 (диаметр пил); до 200 (длина ножей)	—	1,5; 1,1	1,6
ЗМ642Е				
Оборудование для подготовки зубьев и полотен пил				
Полуавтомат для холодного плющения и формования зубьев ленточных пил ПФХЛ-2	350 (ширина)	10**	1,1	0,6
То же, круглых пил ПФХК8-2	900 (диаметр)	10	1,2	0,7
Полуавтомат для развода зубьев круглых пил РПК8	800 (диаметр)	40	0,6	0,45
Станок для обрезки и насечки зубьев пил ПШ6	6,0 (толщина)	50	3,0	1,1
Станок для вальцевания рамных, круглых и ленточных пил ПВ35-2	350 (ширина)	10	2,0	0,4
Установка для припайки пластин твердого сплава к зубьям пил НПЭ-05У	100 ... 800 (диаметр)	—	—	—
Установка для электроконтактной закалки зубьев круглых пил ЭКЗК-3	100 ... 800 (диаметр)	—	—	—

* Число двойных ходов в минуту.

** Число подготавливаемых зубьев в минуту.

и вулканитовой (В); алмазные и эльборовые круги могут быть также на металлической связке (М).

Твердость абразивного инструмента характеризует способность связки удерживать абразивные зерна от выкрашивания под действием внешних сил. ГОСТ 18118—79 и ГОСТ 19202—80 установлена следующая шкала твердости абразивного инструмента: мягкий (М1, М2, М3), среднемягкий (СМ1, СМ2), средний (С1, С2), среднетвердый (СТ1, СТ2, СТ3), твердый (Т1, Т2), весьма твердый (ВТ1, ВТ2), чрезвычайно твердый (ЧТ1, ЧТ2). Цифры 1, 2, 3 характеризуют твердость в порядке ее возрастания. Связка, прочно удерживающая зерна в круге, характеризует круг как твердый, слабо удерживающая — как мягкий.

Структура (строение) абразивного инструмента характеризуется количественным соотношением объема абразивных зерен, связки и воздушных промежутков (пор). Обозначают структуру номерами, причем структуре № 1 соответствует объемное содержание абразивных зерен 60 %. С повышением номера структуры на единицу это содержание уменьшается на 2 %. Структуры № 1...4 называют закрытыми или плотными; № 5...8 — средними, № 9...12 — открытыми.

Концентрация — характеристика алмазного и эльборового инструмента, определяющая содержание алмаза или эльбора по массе в единице объема алмазонасного (эльбороносного) слоя. За 100 %-ную концентрацию принято содержание алмаза (эльбора) в количестве 4,4 карата в 1 см³ слоя (1 карат=0,2 г). Чем выше концентрация, тем выше режущая способность, производительность, срок службы и стоимость инструмента.

Форма и основные размеры шлифовальных кругов стандартизованы. Основные данные о кругах, применяемых для заточки дереворежущего инструмента, приведены в табл. 18 и на рис. 44.

Бруски шлифовальные (оселки) применяют для доводки дереворежущих инструментов: ими устраняют заусенцы с лезвий, заточенных шлифовальным кругом, придают большую остроту режущим кромкам и гладкость рабочим поверхностям. Для правки дереворежущих инструментов могут применяться бруски плоские, квадратные или трехгранные.

В соответствии с требованиями техники безопасности перед установкой на заточной станок все абразивные круги тщательно осматривают. Внутренние трещины выявляют простукиванием круга деревянным молотком: цельный круг издает чистый звук, с трещиной — дребезжащий.

Круги диаметром 150 мм и более (высокоскоростные круги диаметром 30 мм и более) обязательно испытывают на прочность при скорости на 50 % превышающей допускаемую при работе (указанную на круге). Это испытание проводится на

18. Характеристики шлифовальных кругов для заточки дереворежущего инструмента

Шлифовальный круг	Основные размеры, мм			Назначение
	<i>D</i>	<i>H</i> (для алмазных <i>b</i>)	<i>d</i>	
Для заточки стального инструмента (ГОСТ 2424—83)				
Плоские прямого профиля ПП (поз. 1 рис. 44)	150 ... 250	2,5 ... 6,0	32; 51; 76; 127	Заточка ленточных пил, фрез, резка металла
	250	25 ... 50	32; 76; 127	Заточка ножей с прямолинейной режущей кромкой
Плоские конического профиля ЗП (поз. 2, 3 рис. 44)	80 ... 150	6 ... 20	20; 32; 51	Заточка сверл, концевых фрез, мелкого инструмента
	250 ... 300	6 ... 13	76; 127	Заточка пил
Кольцевые К (поз. 4 рис. 44)	200 ... 300	80 ... 160	76; 160; 203	Заточка ножей
Чашечные цилиндрические ЧЦ (поз. 5 рис. 44)	150 ... 300	40 ... 100	32; 51; 76; 127	Заточка ножей и фрез по задней поверхности
Чашечные конические ЧК	150 ... 300	40 ... 150	32; 150	Заточка ножей и фрез по задней поверхности
Тарельчатые Т (поз. 6 рис. 44)	80 ... 150	8 ... 16	13; 20; 32	Заточка фрез малого диаметра
Для заточки и доводки твердосплавного инструмента (алмазные)				
Плоские прямого профиля 1А1 (ГОСТ 16167—80) (поз. 7 рис. 44)	80 ... 300	3 ... 60	20; 32; 51; 76	Круглое наружное шлифование фрез, фрезерных головок, сверл, поднутренные круглых пил, шлифование ножей и пил
Плоские с выточкой 6А2 (ГОСТ 16170—80) (поз. 8 рис. 44)	50 ... 300	3 ... 60	16; 20; 32; 76; 127	Чистовая заточка и доводка фасок ножей, боковых поверхностей зубьев пил
Чашечные конические с углом 45° 12А2 (ГОСТ 16172—80) (поз. 9 рис. 44)	50 ... 250	2 ... 20	16; 20; 32; 51; 76	Чистовая заточка и доводка фасок ножей, фрез, сверл, боковых поверхностей зубьев пил
Тарельчатые конические с углом 20° 12А2 (ГОСТ 16175—81) (поз. 10 рис. 44)	50 ... 150	3 ... 10	10; 16; 20; 32	Чистовая заточка и доводка сверл, передних поверхностей зубьев фрез, пил

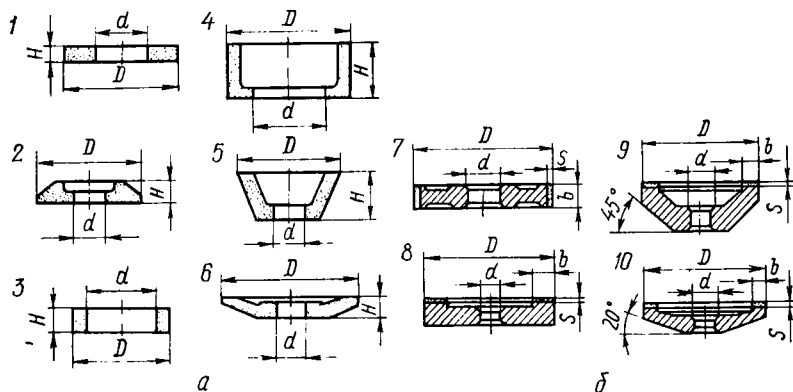


Рис. 44. Шлифовальные круги для заточки и доводки дереворежущего инструмента:

а — абразивные; *б* — алмазные и эльборовые

специальном станке, установленном в изолированном помещении и надежно огражденном стальным защитным кожухом на случай разрыва круга. Испытательный станок позволяет бесступенчато регулировать частоту вращения круга и контролировать его по показанию тахометра. Продолжительность испытания круга на прочность — 5...8 мин.

Круг необходимо устанавливать так, чтобы его плоскость была перпендикулярна оси шпинделя. Между фланцем и кругом устанавливают прокладки из эластичного материала (плотный картон, резина и т. п.) толщиной 0,5...3 мм в зависимости от диаметра круга. Прокладки должны перекрывать всю зажимную поверхность фланца и выступать над ней на 4...5 мм. Диаметр зажимных фланцев должен быть не менее $\frac{1}{3}$ диаметра круга. Нельзя допускать чрезмерного затягивания круга между фланцами, так как это может привести к появлению трещин.

Чистку и правку шлифовальных кругов выполняют периодически для восстановления их режущих свойств, которые снижаются вследствие засаливания или затупления зерен, и первоначального профиля рабочей части, который изменяется в результате износа круга.

Контрольно-измерительный инструмент, приборы и приспособления. Технику-технологу приходится контролировать линейные и угловые параметры инструмента, проверять инструмент на соответствие предъявляемым требованиям. Для этого необходимо правильно выбрать инструмент или прибор, исходя из характеристик объекта контроля и необходимой точности измерений, и соблюдать технику измерений: правильно базировать инструмент относительно измеряемого элемента, не допускать

чрезмерных измерительных усилий (чтобы не вносить дополнительные погрешности), внимательно и точно считывать показания.

Для контроля качества подготовки дереворежущего инструмента к работе пользуются универсальным контрольно-измерительным инструментом и специальными приборами и приспособлениями.

Линейные параметры инструмента проверяют рулетками Р32, Р35, Р310 (по ГОСТ 7502—80), линейкой измерительной, штангенциркулем, микрометром, линейкой поверочной и набором щупов, шаблонами радиусными, угловые параметры — универсальными угломерами типов П и УН и угломером с нониусом УМ. Уширение зубьев пил на сторону измеряют стрелочным разводомером конструкции ЦНИИМОД.

Для оценки шероховатости поверхностей инструмента в производственных условиях пользуются образцами шероховатости по ГОСТ 2789—73. Аналогично остроту лезвий инструмента оценивают сравнением с образцами правильно заточенных и затупленных лезвий.

При подготовке пил непрямолинейность полотна пилы устанавливают с помощью пилоправных линеек ПИ-44, ПИ-45, ПИ-46, ПИ-47, ПИ-48 конструкции ЦНИИМОД, поверочной линейки и набора щупов № 4 (ГОСТ 882—75). Неплоскостность диска круглой пилы следует выверять на специальном приборе ПН с индикатором часового типа.

Степень вальцевания (проковки) пил также выявляют на специальных приборах: круглых пил — на приборе ПСП с индикатором часового типа, ленточных пил — на приспособлении для изгиба пилы линейкой с индикатором часового типа конструкции Архангельского лесотехнического института.

Статическую балансировку ножей выполняют на балансировочных весах ПИ-6 и ПИ-12, пил или фрез в сборе — на приборе ПБ конструкции Архангельского лесотехнического института.

При установке режущих элементов в корпус съемного инструмента и установке режущего инструмента в станок используют универсальный инструмент (индикатор часового типа, закрепленный на штативе с магнитным основанием, отвес с успокоителем, линейку измерительную, линейку поверочную с набором щупов) и специальные приспособления конструкции СвердНИИдрев: ПНС — для установки ножей в съемных ножевых головках и фрезях, ПНШ — для установки ножей шипорезного инструмента, ПНФ — для установки ножей в ножевых валах фуговальных станков, а также приспособление для оценки торцового биения диска круглой пилы по инструкции ЦНИИМОД и др.

Рекомендуется контролировать толщину пиломатериалов и заготовок предельными калибрами, а ширину специальной линейкой для контроля ширины конструкции ЦНИИМОД.

Для контроля шероховатости обработанных поверхностей древесины и древесных материалов используют индикаторный глубиномер и прибор ТСП-4М конструкций МЛТИ, микроскоп МИС-11, профилограф-профилометр 201 завода «Калибр».

Контрольные вопросы

1. Поясните состав твердого сплава марки ВК15. Чем различаются сплавы ВК15 и ВК6? 2. Назовите типы станочного дереворежущего инструмента. Как связаны типы инструмента с процессами резания и типами станков, на которых этот инструмент применяется? 3. Поясните понятия «подготовка инструмента» и «эксплуатация инструмента». 4. Какое оборудование должно быть установлено в инструментальном цехе предприятия?

Глава 6. КОНСТРУКЦИЯ И ПОДГОТОВКА ПИЛ

27. Конструкция ленточных пил

Ленточные пилы для распиливания древесины в мебельном производстве используют на столярных и делительных ленточнопильных станках. На столярных станках, как правило, заготовки криволинейных деталей получают узкими пилами, на делительных широкими пилами делят толстые пиломатериалы и заготовки на тонкие (распиливанием «на ребро»).

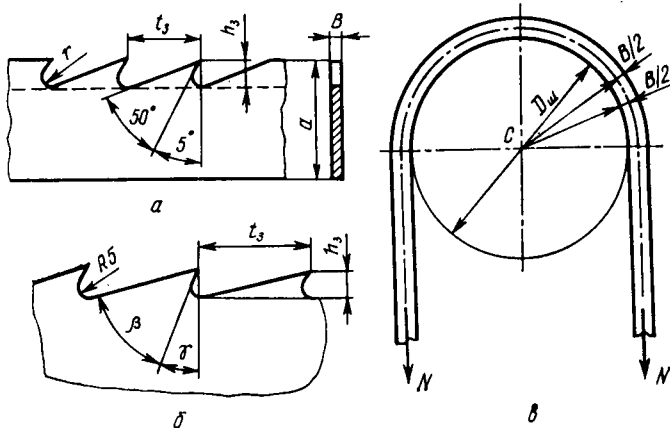


Рис. 45. Ленточные пилы:

а — профиль зубьев пил узких типа 1; б — то же, широких типа 2; в — схема изгиба пильной ленты на шкиве

Изготавливаются ленточные пилы в соответствии с ГОСТ 6532—77 «Пилы ленточные для распиловки древесины». Предприятиям поставляются пилы двух типов: тип 1 — узкие, тип 2 — широкие с зубьями нормального профиля (рис. 45). Материал пил — инструментальная легированная сталь марки 9ХФ. Узкие пилы могут быть изготовлены из инструментальной углеродистой стали марки У10А. Твердость пил $HRC_0 = 40 \dots 44$.

Основные параметры ленточных пил для распиливания древесины приведены ниже.

	Тип 1	Тип 2
Размеры ленты, мм:		
длина ленты L	4000; 6000	7000; 8500; 9000
ширина ленты a	10 . . . 60	85 . . . 175
толщина ленты B	0,6 . . . 0,9	1,0 . . . 1,4
Шаг зубьев t_z , мм	6 . . . 12	30 . . . 50
Радиус закругления впадины r , мм	1,5 . . . 3,0	5
Высота зубьев h_z , мм	3 . . . 6	10 . . . 13
Статические углы главного лезвия, град:		
передний γ	5	20; 30
заострения β	50	50; 45
задний α	35	20; 15
резания δ	85	70; 60

Пилы, подготовленные к работе, должны отвечать техническим требованиям по точности линейных и угловых параметров, а также шероховатости поверхностей ленты и зубьев. Установлены следующие требования:

Предельное отклонение размера, мм:	
по длине (для типов пил 1 и 2), не более	± 100
по толщине	$\pm 0,06/0,07$
по ширине пилы	± 1
по шагу зубьев	$\pm 0,03/0,05$
Допускаемое отклонение от прямолинейности кромок пилы (отклонение кромок от прямой на 1000 мм длины пилы), мм	0,3/0,4
Допускаемое отклонение уширения вершин зубьев на сторону, мм	$\pm 0,05$
Допускаемое отклонение угловых параметров зубьев, град	± 1
Шероховатость, мкм (не более):	
боковых поверхностей ленты R_a	1,25
заточенных поверхностей зубьев R_z	20

Примечание. В числителе данные для пил типа 1, в знаменателе — для пил типа 2.

Проверка на соответствие техническим требованиям является важнейшей целью входного контроля режущего инструмента, подлежащего установке в станки.

Ленточная пила по сравнению с другими пилами имеет наименьшую толщину, в результате чего получаются наиболее узкий пропил и экономия древесины при раскрое. Геометрия зубьев ленточных пил отвечает требованиям практически для

любого вида резания по отношению к волокнам, угол резания δ колеблется в широком диапазоне — 60...85°.

Выбор толщины ленточной пилы B обусловлен напряженным состоянием ее в процессе работы. Обычно назначают $B \approx (0,001...0,0007) D_{ш}$.

Суммарные напряжения в пиле достигают 350...400 МПа. Следует также учесть, что напряжения пульсируют (на шкиве — нагрузка циклическая с несимметричным циклом). Это обстоятельство сказывается на усталости металла и может привести к разрыву ленты. На прочность ленты влияет также число спаев: если их более 5, пила быстро рвется.

28. Конструкции круглых пил

Круглая пила характеризуется формой диска в поперечном сечении, диаметром, числом зубьев, их профилем и конструктивными особенностями. По виду боковых поверхностей пильного диска (форма поперечного сечения) различают плоские, конические и строгальные (с поднутрением боковых поверхностей) круглые пилы.

Плоские пилы стальные. Конструктивные характеристики пил регламентируются ГОСТ 980—80 «Пилы круглые плоские для распиловки древесины».

Пилы для распиливания древесины (рис. 46) изготавливают двух типов: тип 1 — для продольного распиливания, тип 2 — для поперечного распиливания. Использование пил в производстве самых различных изделий из древесины, включая мебель, требует большого разнообразия их типоразмеров: только ГОСТ 980—80 предусматривает свыше 230 типоразмеров.

Пилы типа 1 (рис. 46, а) для продольного распиливания выпускаются в двух исполнениях: исполнение 1 — с ломанолинейной задней поверхностью зубьев и исполнение 2 — с прямолинейной задней поверхностью зубьев. Пилы типа 1 исполнения 2 диаметром 125...250 мм с увеличенным числом зубьев применяют в основном в электрифицированном ручном инструменте, на бытовых деревообрабатывающих и фрезерных станках.

Пилы типа 2 (рис. 46, б) для поперечного распиливания также имеют два исполнения: исполнение 1 — с передним углом равным нулю и исполнение 2 — с отрицательным передним углом. Пилы исполнения 1 применяют на круглопильных станках с нижним расположением шпинделя, исполнения 2 — на станках с верхним расположением шпинделя относительно распиливаемого материала.

Диаметр пил 125...1500 мм, толщина диска 1,0...5,5 мм, число зубьев 24...72 у пил типа 1 и 36...120 у пил типа 2. Углы зубьев установлены с учетом различных условий работы глав-

19. Углы зубьев круглых плоских пил, град (ГОСТ 980—80)

Пила	Передний γ	Заостре- ния β	Задний α	Резания δ	Боковой заточки $\beta_{бок}$
Тип 1					
Исполнение 1	35	40	15	55	—
Исполнение 2	20	40	30	70	—
Тип 2					
Исполнение 1	0	40	50	90	50
Исполнение 2	—25	50	65	115	50

Наименьший диаметр D_{min} , мм, пильного диска определяется толщиной распиливаемого материала и диаметром фланца для закрепления пилы на шпинделе станка:

для пил с расположением шпинделя над распиливаемым материалом

$$D_{min} = 2(t + d_{\phi}/2 + h_s); \quad (102)$$

для пил с расположением шпинделя под распиливаемым материалом

$$D_{min} = 2(h + t + h_s),$$

где t — высота пропила, мм; d_{ϕ} — диаметр зажимного фланца, мм; h — наименьшее расстояние от оси пилы до стола станка, мм; h_s — наименьший выход пилы из пропила, примерно равный высоте зуба пилы, мм.

Начальный диаметр диска D следует выбирать больше, чем минимальный: $D = D_{min} + 2\Delta$, где Δ — запас по радиусу на износ, мм ($\Delta \approx 35 \dots 50$ мм).

Толщина пильного диска выбирается в зависимости от диаметра:

$$b = (0,08 \dots 0,15) \sqrt{D}. \quad (103)$$

Прочие размеры профилей зубьев вычисляют по формулам: шаг зубьев t_s , мм при толщине диска b , мм:

$$t_s = (10 \dots 18) b \quad \text{для пил типа 1}; \quad (104)$$

$$t_s = (8 \dots 10) b \quad \text{для пил типа 2};$$

высота зуба h_s , мм:

$$h_s = (0,45 \dots 0,50) t_s \quad \text{для пил типа 1};$$

$$h_s = (0,6 \dots 0,9) t_s \quad \text{для пил типа 2}; \quad (105)$$

число зубьев z , шт.

$$z = (0,32 \dots 0,18) D/b \quad \text{для пил типа 1;}$$

$$z = (0,3 \dots 0,4) D/b \quad \text{для пил типа 2;} \quad (106)$$

радиус впадины r , мм

$$r = (0,15 \dots 0,2) t_3. \quad (107)$$

Изготавливают круглые пилы из инструментальной легированной стали 9ХФ в соответствии с требованиями стандарта по утвержденной технической документации. Пилы подготавливают к работе на деревообрабатывающих предприятиях. Считается, что пила пригодна к эксплуатации, если выполняются следующие основные технические требования:

Допускаемое отклонение от прямолинейности торцовых поверхностей пилы, мм, не более, для пил диаметром, мм:

до 450	0,1
450 ... 800	0,2
800 ... 1000	0,3

Допускаемая разница шагов зубьев у одной пилы, мм, не более, для шагов зубьев, мм:

до 10	0,2
10 ... 20	0,3
20 ... 40	0,5

Допускаемая разница величин передних углов и углов заострения, град

	± 2
--	---------

Допускаемая разница радиусов пилы (радиальное биение), мм, для незаточенных пил диаметром, мм:

360	0,2
360 ... 630	0,3
630 ... 1000	0,6

Шероховатость, мкм:

торцовых поверхностей пил, R_a	не более 2,5
передних и задних поверхностей зубьев, R_z	20

Плоские пилы с твердосплавными пластинами (рис. 47, а) применяют преимущественно для распиливания древесных материалов (древесностружечных и древесноволокнистых плит, слоистой клееной древесины, облицованных плит и щитов) и цельной древесины на автоматических и полуавтоматических линиях.

Режущие пластины зубьев пилы изготавливают из металлокерамического сплава карбида вольфрама и кобальта ВК6, ВК16, а корпус пилы — из инструментальной легированной стали 50ХФА или 9ХФ. ГОСТ 9769—79 «Пилы дисковые с твердосплавными пластинами для обработки древесных материалов» предусматривает выпуск двух типов пил: типа 1 — с наклоном передней и задней поверхностей зуба за счет косой заточки (рис. 47, б, в) и типа 2 — без наклона передней и задней поверхностей зубьев (рис. 47, г). Угловые параметры зубьев, град, круглых пил с твердосплавными пластинами приведены ниже.

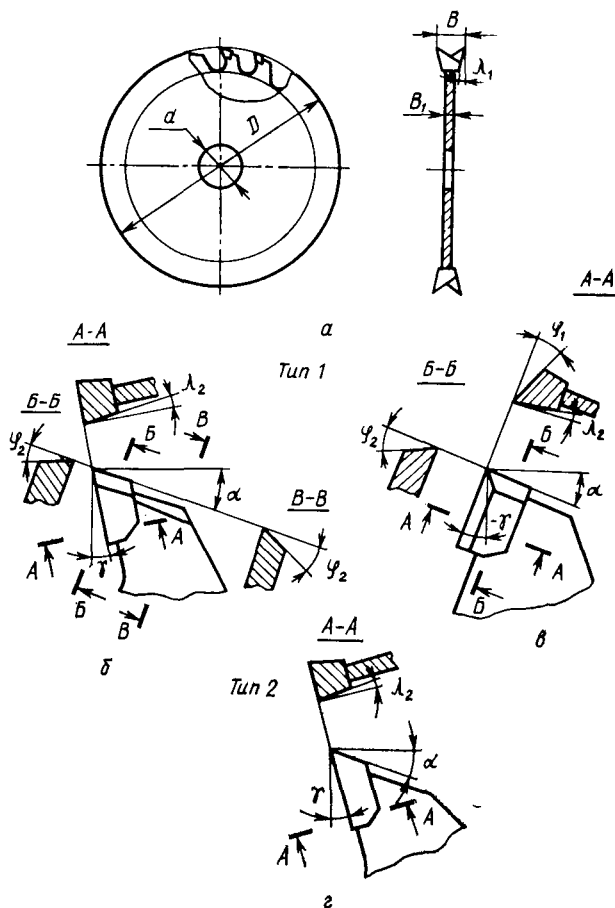


Рис. 47. Круглая плоская пила с твердосплавными пластинами:
 а — общий вид; б, в — зубья пилы типа 1; г — то же, типа 2

	Тип 1 с одно- сторонним на- клоном задней поверхности зубьев	Тип 1 с разно- сторонним на- клоном перед- ней и задней поверхностей зубьев	Тип 2 без на- клона поверх- ностей зубьев
Задний угол	15	15	15
Угол заострения	65	75; 95	65; 65
Передний угол	10	0; —20	10; 20
Угол косой заточки:			
по передней поверхности	0	0; 15	0
по задней поверхности	15	15	0
Угол поднутрения:			
радиального	1,5	1,5	1,5
тангенциального	2,5	2,5	2,5

Такая конструкция зубьев определяет технологическое применение пил: пилы типа 1 с односторонним наклоном задних поверхностей зубьев рекомендуется применять для обрезки кромок щитов и плитных материалов; пилы типа 1 с отрицательным передним углом и разносторонним наклоном передней и задней поверхностей зубьев следует применять для поперечного распиливания цельной и клееной древесины небольшой толщины, щитов, облицованных шпоном, фанеры при повышенных требованиях к качеству распиливания; пилы типа 2 универсальны по применению, т. е. пригодны для большинства операций деления древесных материалов и цельной древесины.

Пилы выпускают диаметром 100...450 мм (с диаметрами посадочного отверстия 32; 50; 80 или 130 мм), с числом зубьев 24; 36; 48; 56 или 72. Толщина корпуса пил 2...2,8 мм, толщина зубчатого венца (с учетом размера твердосплавных пластин) — 2,8...4,1 мм.

Пилы с твердосплавными пластинами должны отвечать следующим техническим требованиям:

Предельные отклонения толщин корпусов пил, мм, изготовленных из холоднокатаной тонколистовой стали толщиной, мм:

до 2,0	±0,12
до 2,4	±0,14
2,6; 2,8; 3,0	±0,15

Предельные отклонения углов зубьев, град:

переднего, заднего, косой заточки	±1,5
поднутрения	±0,5
прочих	±2,0

Разность двух любых шагов зубьев, мм (не более), для шага, мм:

10 ... 18	0,6
18 ... 30	0,7
более 30	0,8

Отклонение от прямолинейности на каждой стороне пильного диска, поставленного в вертикальное положение, мм, для пил диаметром, мм:

до 400	0,10
свыше 400	0,15

Торцовое биение вершин зубьев, мм (не более), для пил диаметром, мм:

до 400	0,20
свыше 400	0,25

Радиальное биение вершин зубьев, мм не более 0,15

Шероховатость заточенных поверхностей твердосплавных пластин, R_z , мкм не более 1,6

Средний период стойкости (время между переточками), ч, для пил диаметром, мм:

100 ... 250	17
315 ... 355	25
400 ... 450	15

В последние годы создаются пилы, зубья которых оснащены поликристаллами (диаметром 4...6 мм и высотой 3...6 мм) сверхтвердых материалов на основе кубического нитрида бора.

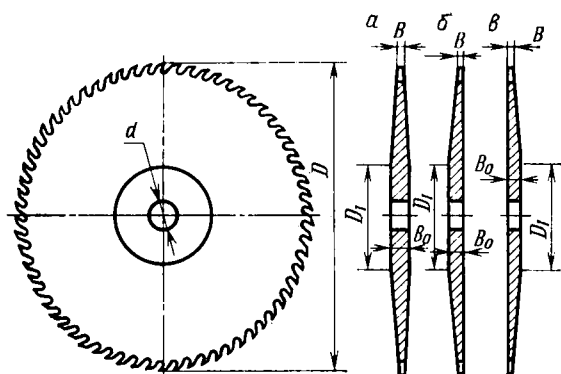


Рис. 48. Круглая коническая пила:

а — двусторонняя; б — лево-коническая; в — правоконическая

Такие пилы при обрезке облицованных щитовых деталей из древесностружечных плит оказываются в 8...10 раз более износостойкими, чем стандартные пилы с твердосплавными пластинами.

Пилы круглые (дисковые) конические. Конические пилы (рис. 48) применяют для ребрового распиливания пиломатериалов на тонкие дощечки. Количество отходов древесины в опилки меньше, чем при пилении плоскими пилами, так как ширина пропила почти вдвое меньше. Толщина отпиливаемых дощечек должна быть не больше 12...18 мм, иначе диск не сможет отгибать их в сторону и произойдет заклинивание пилы в пропиле. Для несимметричного распиливания используют односторонние конические пилы (лево- и правоконические), для симметричного распиливания — двусторонние. Изготавливают односторонние конические пилы по нормам Горьковского металлургического завода, а двусторонние — по техническим условиям (ТУ) ЦНИИМОДа.

Характеристики односторонних конических пил приведены ниже.

Диаметр, мм	500 ... 800
Толщина, мм:	
центральной части диска	3,4 ... 4,4
у зубьев	1,0 ... 1,4
Число зубьев	100
Диаметр посадочного отверстия, мм	50
Углы зубьев пил, град:	
задний	25
заострения	40
передний	25

Пилы круглые (дисковые) строгальные. У строгальных пил (рис. 49) боковые поверхности имеют поднутрение от периферии к центру под углом $0^{\circ}30' \dots 0^{\circ}45'$. Вследствие этого отпа-

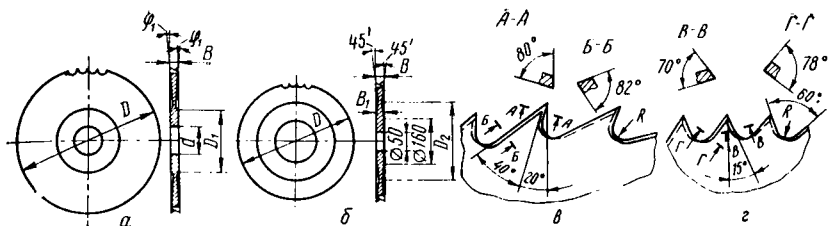


Рис. 49. Круглая (дисковая) строгальная пила:

а — одноконусная; *б* — двухконусная; *в* — профиль зубьев для продольного распиливания; *г* — профиль зубьев для поперечного распиливания

дает необходимость уширения режущего венца путем развода или плющения зубьев.

Вспомогательные (боковые) режущие кромки зубьев строгальной пилы, формирующие поверхности пропила, расположены в одной плоскости. Пильный диск с поднутрением отличается устойчивостью в работе, в результате чего качество распиливания характеризуется малыми величинами кинематических и вибрационных неровностей. Поверхности пропила по шероховатости приближаются к строганым (отсюда и название пил).

Применяют строгальные пилы для чистового распиливания сухой древесины (влажностью не более 20 %) в любом направлении относительно волокон. Размеры пил и профили зубьев стандартизированы (ГОСТ 18479—73). По форме сечения различают пилы одно- (рис. 49, *а*) и двухконусные (рис. 49, *б*). Профили зубьев (рис. 49, *в*, *г*) предусмотрены для продольной и поперечной распиловки.

В строгальной пиле масса металла нарастает к периферии диска; при значительных диаметрах диска и большой частоте вращения в диске могут возникать опасные разрывающие напряжения от центробежных сил. Поэтому диаметры этих пил не превышают 400 мм (160...400 мм). Технические требования к строгальным пилам регламентируются технологическим режимом РИ 08-00.

29. Подготовка ленточных пил

При подготовке ленточных пил к работе выполняют следующие операции: выбор размеров пильной ленты, сварку или спайку пил, развод или плющение зубьев, заточку и доводку зубьев, правку, вальцевание пильного полотна, обрезку и насечку зубьев, сверление отверстий, ограничивающих распространение трещин в ленте, установку пилы в станок.

Выбор размеров ленточной пилы определяется конструкцией ленточнопильного станка и типом пилы:

$$L_{\max} = \pi D_{\text{ш}} + 2l_{\max} + 15; \quad b \leq 0,001 D_{\text{ш}}; \quad (108)$$

$$a_{\text{ст}} \leq 2,8 \sqrt{R_{\text{кр}} b_1}; \quad a_{\text{дел}} = B_{\text{ш}} + h_3,$$

где L_{\max} — начальная длина ленты (при нарезке от рулона), мм; $D_{\text{ш}}$ — диаметр пильного шкива, мм; l_{\max} — наибольшее расстояние между осями пильных шкивов, мм; 15 мм — припуск на пайку внахлестку; b — толщина пильной ленты, мм; $a_{\text{ст}}$ — начальная ширина столярной ленточной пилы, мм; $R_{\text{кр}}$ — наименьший радиус кривизны пропила, мм; b_1 — развод зубьев на сторону, мм; $a_{\text{дел}}$ — начальная ширина делительной ленточной пилы, мм; $B_{\text{ш}}$ — ширина обода пильного шкива, мм; h_3 — высота зуба пилы, мм.

Сварка (спайка) — операция соединения концов отрезка ленточной пилы для получения непрерывной ленты, устанавливаемой в станок. Сварка концов ленты встык состоит из следующих приемов: обрезки и выравнивания концов, сварки, отпуска и зачистки шва. Концы ленты при сварке должны быть обрезаны точно под углом 90° к кромке пилы. Осадка места стыка, нагретого до пластического состояния металла, должна составлять 3...7 мм.

Спайка концов ленты внахлестку включает следующие приемы: разметку шва и обрезку концов, скашивание концов (снятие фасок), зачистку фасок, спайку, закалку, отпуск и опилование (зачистку) шва. Ширина фасок (шва) должна быть у столярных пил 8...10, у делительных 10...15 мм. Концы лент необходимо скашивать на клин в пределах ширины шва, чтобы при наложении концов толщина шва равнялась толщине пилы. Для спайки применяют серебряные (ПСр-45, ПСр-65) и медноцинковые (ПМ-42, Л-62) припои. Спайку проводят в условиях химической очистки стыка — под слоем флюса. При спайке стык нагревают до расплавления припоя, вложенного между скошенными концами ленты, после чего обжимают специальным устройством для закалки шва. При отпуске место спайки нагревают до коричнево-красного цвета побежалости. Зачищая шов, напильник перемещают вдоль кромок полотна пилы. Окончательная толщина шва должна быть равна толщине ленты или меньше ее на 0,1...0,2 мм.

Сварка концов ленточной пилы дает более прочный шов, чем спайка. Кроме того, операция сварки проще и производительнее. Для соединения концов ленточной пилы методом стыковой сварки применяют специальные агрегаты АСЛП18 или АСЛП23 для пил шириной до 175 и 230 мм соответственно.

Для соединения спайкой необходимы станок для скашивания концов ленточной пилы с фрезой или со шлифовальным кругом, приспособление для снятия фасок вручную напильником, аппарат для спайки ленточных столярных пил ПЛ6; пресс с па-

яльными брусками, приспособление для зачистки шва после спайки (выпуклая опора с зажимами).

Развод и плющение зубьев — операции, обеспечивающие уширение режущего венца относительно толщины пилы. Способ и величина уширения зубьев определяется типом пил и характеристиками распиливаемой древесины. Ниже приводятся величины уширения для различных случаев пиления.

Пиление узким пилами (с разводом) в направлении:

продольном	0,25 . . . 0,30/0,20 . . . 0,25
смешанном прямолинейном	0,30 . . . 0,35/0,25 . . . 0,30
криволинейном	0,30 . . . 0,55/0,25 . . . 0,55
Пиление делительными пилами (плющеными зубьями)	0,45 . . . 0,55/0,30 . . . 0,40

Примечание. В числителе — при пилении древесины мягких пород, в знаменателе — при пилении древесины твердых пород и фанеры.

Для уширения режущего венца ленточных пил разводом зубьев применяют следующее оборудование и приспособления: полуавтомат для заточки и развода зубьев ленточных столярных пил ТчЛ6-2 и приспособление для ручного развода ленточных столярных пил. Для выполнения операции плющения используют полуавтомат для холодного плющения и формирования зубьев ленточных пил ПХФЛ-2 или ручные плющилку и формовку.

Точность развода и плющения контролируют индикаторным разводомером или шаблоном. Допускаемые отклонения величины развода или плющения отдельных зубьев пилы — $\pm 0,05$ мм.

Заточку зубьев ленточных пил производят на станках-полуавтоматах ТчЛ6-2 и ТчЛ35-2 корундовыми кругами плоского 45°-ного конического профиля с углом 45° (ЗП), зернистостью 40...25 на бакелитовой (Б) связке, твердостью С1...СТ1. Величина толщин круга выбирается 0,2...0,33 от шага зубьев. Хорошее качество обеспечивается при следующем режиме заточки:

Окружная скорость вращения круга, м/с	20 . . . 25
Подача врезания за один проход, мм	0,02 . . . 0,06 (до 0,1)
Число проходов	4 . . . 6 (до 7)

Доводка зубьев заключается в подшлифовке передней и задней поверхностей зубьев мелкозернистым оселком, закрепленным в специальной державке. Стойкость пилы с доведенными зубьями увеличивается на 15...20 %. Выполняют доводку с помощью ручного приспособления.

Правка пилы — операция устранения дефектов полотна ударами правильного молотка по пиле на наковальне.

Дефекты обнаруживаются в процессе работы пилы — по сбе-
ганию ленты со шкива и биению ее в пропиле, в свободном со-
стоянии — по световой щели между полотном и поверочной ли-
нейкой по скручиванию (на восьмерку).

Вальцевание — операция, в результате которой в полотне
пилы предварительно (до установки в станок) создаются по-
лезные внутренние напряжения для увеличения поперечной
жесткости пилы, создаваемой натяжением ее на шкивах станка.

Вальцевание заключается в прокатке ленточной пилы (по
всей длине) между бочкообразными роликами вальцовочного
станка под давлением. По средней части полотна наносится
1...3 следа вальцевания (для новых пил наибольшее число 5).
В результате прокатки металл в зоне следа получает остаточное
удлинение, отчего сама полоса оказывается упруго сжатой,
а соседние невальцованные части полотна, в том числе и при-
лежащие к кромкам, получают упругое растяжение. Внутренние
напряжения, созданные в пиле вальцеванием, добавляются к на-
пряжениям от натяжения пилы на шкивах станка и тем самым
способствуют повышению жесткости пилы в наиболее ответ-
ственных местах: у зубьев и у задней кромки.

Пилы шириной более 30...40 мм вальцуют симметрично или
на конус. При симметричном вальцевании 3...5 дорожек про-
вальцовывают по ширине пилы от середины к кромкам: крайние
дорожки — на расстоянии 10...15 мм от линии впадин зубьев и
от задней (тыльной) кромки пилы. Правильность симметрич-
ного вальцевания контролируют по поперечному искривлению
(стреле прогиба на ширине ленты) специальным шаблоном.
Стрела прогиба нормально провальцованной пилы составляет:
для цилиндрических шкивов станка 0,15...0,3, для бочкообраз-
ных 0,4...0,6 мм (большие значения относятся к более тонким
и широким пилам). Вальцевание на конус начинают с рассто-
яния 15...20 мм от задней кромки ленты. Делают 3...5 дорожек,
причем нажим роликов увеличивают по мере приближения
к задней кромке. Правильность вальцевания на конус контро-
лируют по искривлению задней кромки пилы: стрела выпукло-
сти задней кромки должна составлять 0,3...0,5 мм на 1 м
длины ленты.

В состав оборудования, приспособлений и инструмента для
вальцевания входят станок для вальцевания рамных и дели-
тельных ленточных пил ПВ20, специальный верстак, приспособ-
ление для изгиба пилы, контрольный шаблон (для симметрич-
ного вальцевания), линейка с индикатором для контроля валь-
цевания на конус.

Сверление отверстий диаметром 2...2,5 мм в ленте выпол-
няют, чтобы ограничить распространение трещин, длина кото-
рых не превышает 0,1...0,15 ширины ленты. Если пила имеет
более длинную трещину, участок ленты с трещиной вырезают,

а концы спаивают. Для выполнения операции применяют настольный сверлильный станок.

При установке пилы в станок необходимо соблюдать указания технического руководства по эксплуатации станка.

В инструментальном цехе (мастерской) мебельного предприятия подготовка ленточных пил должна проводиться по режимам РИ 03-00 и РИ 04-00 или по технологическим картам, разработанным на основании этих режимов применительно к конкретным условиям инструментального хозяйства и утвержденным главным инженером или главным технологом предприятия. Технолог основных цехов, эксплуатирующих режущий инструмент, должен хорошо знать требования к качеству подготовки инструмента и уметь его контролировать, следить за соблюдением правил установки инструмента в станки и назначенных режимов резания.

30. Подготовка круглых плоских пил

Основными операциями подготовки к работе круглых пил являются обрезка и насечка зубьев, правка, вальцевание или проковка, заточка, развод или плющение зубьев, установка пилы на станок.

Для обрезки и насечки зубьев используют специальные станки — пилоштампы ПШП-2 (обработка пил диаметром 400... 1500 мм, толщиной до 5,5 мм) и ПШ-6 (обработка пил диаметром до 1500 мм и толщиной до 6 мм). Пилоштампы снабжены делительными механизмами, позволяющими насекать зубья без предварительной разметки.

На пилоштампе формируется предварительный контур зубьев. Окончательная форма (требуемый профиль) зубьев достигается заточкой их на пилоточных станках. При этом стачивается слой металла с дефектами, образовавшимися при штамповке.

Правкой (рис. 50) исправляют местные и общие дефекты формы полотна пилы. Для обнаружения дефектов формы полотна устанавливают пилу в горизонтальном положении на три опоры и проверяют ее короткой поверочной линейкой с двух сторон. Установленные границы дефектов очерчивают мелом.

Способ правки зависит от типа дефекта. Слабые места *С* (на рис. 50, *а*, поз. *I*) исправляют ударами проковочного молотка с круглым бойком вокруг дефекта с постепенным ослаблением ударов по мере удара от него. Удары наносят с обеих сторон пилы. Тугие места *Т* (там же, поз. *II*) исправляют ударами проковочного молотка внутри зоны дефекта, начиная от границ и кончая в середине. Удары наносят с обеих сторон пилы.

Выпучину *В* (поз. *III*) исправляют ударами проковочного молотка со стороны выпучины. Чтобы не изменить общего

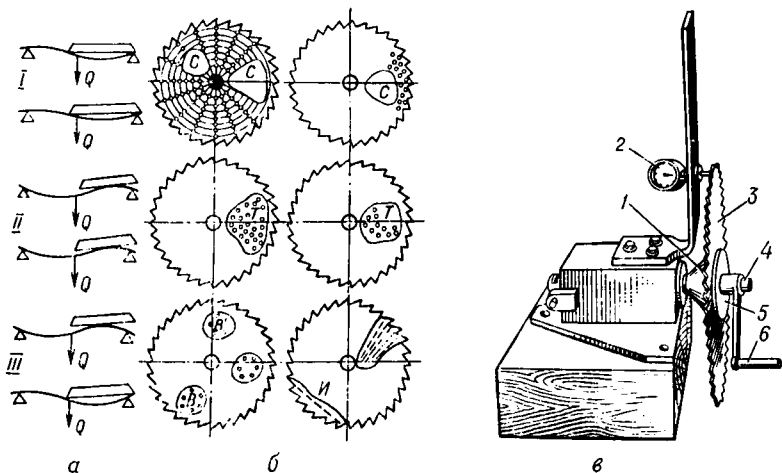


Рис. 50. Обнаружение и устранение дефектов формы полотна круглой пилы: *а* — схемы обнаружения дефекта проверкой с двух сторон; *б* — расположение ударов молотка при исправлении дефектов; *в* — приспособление для проверки качества правки пилы

натяжения полотна, между пилой, положенной выпучиной вверх, и наковальней помещают картонную или кожаную прокладку.

Изгиб пилы *И* — складки у зубчатой кромки, отогнутые участки кромки, горбатость и одностороннюю крыловатость диска — исправляют ударами правильного молотка с продолговатым бойком либо по самому хребту изгиба, либо, если размеры дефекта значительны, от краев изгиба к хребту со стороны выпуклости. Ось бойка должна совпадать с направлением оси изгиба.

Качество правки пилы рекомендуется проверять на специальном приспособлении (рис. 50, *в*). В этом случае проверка происходит в условиях, приближенных к эксплуатационным (вертикальное положение диска, диск в центре зажат шайбами). Критерием качества правки служит наибольшее отклонение поверхности пилы (в периферийной части) от плоскости торцевой поверхности коренной шайбы 1, указываемое индикатором 2.

Перед началом измерений индикатор ориентируют относительно плоскости, проходящей через торцевую поверхность коренной шайбы. Для этого на поверхность коренной шайбы и ножку индикатора накладывают поверочную линейку. Нулевую отметку циферблата подводят к большой стрелке индикатора. При определении неплоскостности пилу 3 устанавливают на вал 4, зажимают шайбой 5 и медленно вращают за рукоятку 6.

Пила считается выправленной, если отклонения, мм, от плоскости — торцовое биение — на каждой стороне пильного диска не превышают установленных предельных значений. Например, для стальных плоских пил: 0,1 мм для пил диаметром до 450 мм; 0,2 мм для пил диаметром 450...800 мм. Отклонение от прямолинейности торцовой поверхности пилы в зоне фланцев не должно превышать 0,05 мм.

Вальцевание пил производится для создания начальных напряжений, необходимых для компенсации температурных напряжений, возникающих при неравномерном нагреве диска пилы в процессе пиления, и уменьшения опасности возникновения резонансных состояний инструмента. Сущность вальцевания заключается в прокатке пильного диска между двумя рабочими роликами под давлением. Провальцованная пила приобретает поперечную устойчивость зубчатого венца при работе, т. е. способность противостоять неуравновешенным боковым силам, действующим на диск при пилении, и обеспечивать тем самым прямолинейность пропила.

Вальцевать пилу следует по одной окружности радиусом (0,7...0,8) R , (где R — радиус пилы без зубьев) в течение 3...4 оборотов пилы под действием роликов. Сила прижима роликов при вальцевании новых непрокованных пил по одной окружности устанавливается в зависимости от диаметра и толщины диска. Так, если для диска диаметром 315 мм и толщиной 1,8 мм требуется прижим роликов с силой 18,1 кН, то с увеличением диаметра до 800 мм и толщины диска до 3,6 мм сила прижима должна быть увеличена до 25,4 кН.

Правильно провальцованная пила при расположении в горизонтальной плоскости на трех равномерно расположенных точечных опорах, находящихся внутри окружности впадин зубьев на расстоянии 3...5 мм от нее, при свободном провисании средней части должна приобретать равномерную вогнутость (тарельчатость). Величины вогнутости провальцованных пил, работающих со скоростями резания 40...60 м/с, измеренные с обеих сторон в трех точках на окружности радиусом 50 мм с центром на оси пилы, должны соответствовать величинам, указанным в стандарте на пилы. Например, для круглых плоских пил нормативная величина прогиба провальцованного диска изменяется от 0,15 до 0,9 мм с увеличением диаметра пилы от 250 до 710 мм (при соответствующем увеличении толщины диска). После вальцевания проводят окончательный контроль плоскостности и при необходимости дополнительно правят корпус пилы.

Оборудование, приборы и инструменты для вальцевания круглых пил: станок для вальцевания пил ПВ-35 (осваивается ПВ-35-2) или ПВ-20 с приставкой, обеспечивающей вальцевание пил диаметром до 800 мм; прибор для контроля степени проковки или вальцевания круглой пилы с индикатором часо-

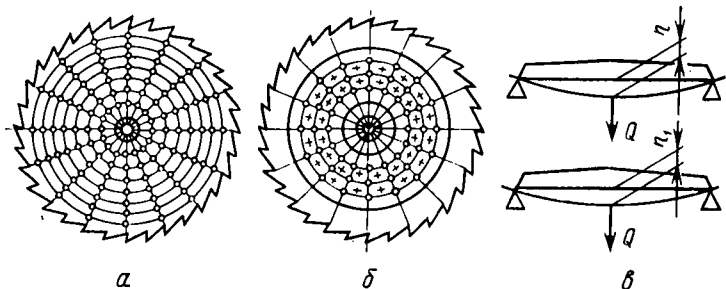


Рис. 51. Проверка круглой пилы:

a — расположение ударов при первичной проковке (точки); *б* — то же, при вторичной проковке (крестики); *в* — правильное состояние диска после проковки

вого типа (диаметр пил до 710 мм); линейки поверочные для пилоправных работ, набор шупов.

Операция проковки выполняется с той же целью, что и вальцевание, представляет собой немеханизированный способ создания в диске пилы требуемого напряженного состояния.

Заключается проковка (рис. 51) в нанесении ударов проковочным молотком по центральной части пилы, лежащей на наковальне. Перед проковкой делают разметку пилы для определения точек нанесения ударов: проводят 12...16 радиусов, равномерно делящих диск, и 6...8 concentric окружностей на равном расстоянии друг от друга, причем наружная окружность отстоит на 20...30 мм от окружности впадин зубьев, а внутренняя — на 30...40 мм от окружности диаметра зажимных фланцев. Удары молотком наносят с одинаковой силой по всей поверхности пилы с радиусом от периферии к центру в точках пересечения радиусов с окружностями (рис. 51, *a*). В том же порядке и по тем же точкам пилу проковывают с другой стороны. Степень ослабления средней части пилы проверяют так же, как и в случае вальцевания (нормативы те же). Если средняя часть ослаблена недостаточно, проковку повторяют, нанося удары между местами ударов первой проковки (рис. 51, *б*).

Заточка зубьев — это операция подготовки пилы, целью которой является восстановление режущей способности лезвий, утраченной в результате затупления режущих кромок, путем удаления шлифованием с рабочих поверхностей зубьев слоя металла толщиной, достаточной для восстановления правильной формы зубьев и остроты режущих кромок.

Схема заточки пил на станках-полуавтоматах показана на рис. 52. Абразивный инструмент (рис. 52, *a*) в виде плоского шлифовального круга конического профиля устанавливается таким образом, чтобы его боковая поверхность составляла угол с передней поверхностью лезвия зуба около 2° . Для этого ось

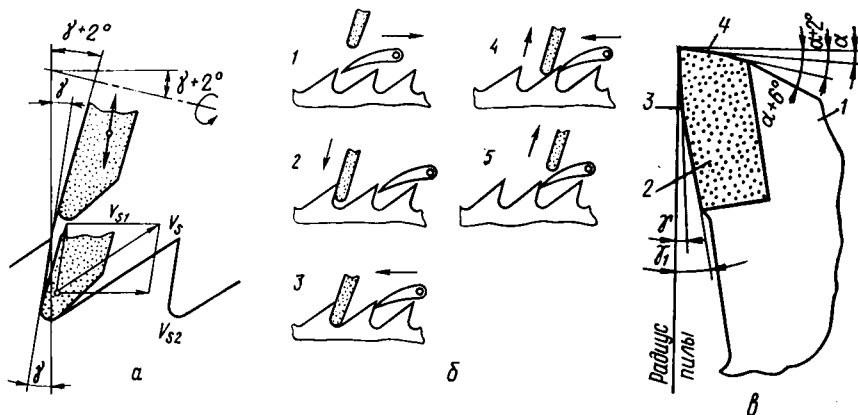


Рис. 52. Заточка зубьев пил на станках:

а — установка круга; *б* — последовательные положения круга, зубьев и подающей собачки; *в* — схема заточки зуба, оснащенного пластиной из твердого сплава

вращения наклоняют на угол $\gamma + 2^\circ$. Движение круга вверх-вниз происходит строго вдоль передней поверхности под углом γ к вертикали, где γ — передний угол лезвия зуба.

Нижнее положение круга должно соответствовать некоторому заглублению в металл впадин зуба, верхнее положение круга — несколько выше вершины зуба, чтобы обеспечить перемещение пилы для заточки следующего зуба.

Движение круга вниз — заточка передней поверхности — происходит при неподвижной пиле. Движение круга вверх используется для заточки задней поверхности. Одновременно с ним перемещается пила. Оба движения, подъем круга со скоростью v_{s1} и подачи пилы со скоростью v_{s2} дают истинную траекторию перемещения круга относительно зуба пилы точно вдоль задней поверхности со скоростью v_s . При этом с задней поверхности снимается необходимый слой металла.

Периодическая подача пилы на величину шага зубьев осуществляется на станках с помощью подающей собачки, возвратно-поступательное или качательное движение шлифовального круга — с помощью суппорта или рычага, несущих шлифовальную головку. Последовательные взаимные положения шлифовального круга, зубьев пилы и подающей собачки показаны на рис. 52, б. При крайнем верхнем положении круга собачка движется назад 1. Шлифовальный круг, двигаясь вниз, затачивает зуб по передней поверхности, собачка при этом приходит в крайнее правое положение 2. При опускании круга в крайнее нижнее положение затачивается основание впадины, собачка перемещается вперед, достигая передней поверхности следующего зуба 3. Одновременно с движением круга вверх

собачка движется вперед, происходит заточка задней поверхности 4. При приближении круга к крайнему верхнему положению собачка находится в крайнем переднем положении 5. Затем цикл повторяется.

Закономерность изменения скоростей v_{s1} и v_{s2} за один двойной ход задается специальными элементами (кулачками, эксцентриками или шаблонами) в механизмах подачи пилы и хода шлифовальной головки.

Станок с механизированным процессом заточки выполняет три основных рабочих движения: главное движение резания (вращение шлифовального круга), подачу пилы на шаг зубьев и возвратно-поступательное или качательное движение шлифовальной головки. Последние два движения составляют продольную подачу. Подача резания (поперечная) также подразделена на две составляющие. Подача врезания по задней поверхности и впадине выполняется периодическим перемещением (опусканием) шлифовального круга после прохода всех зубьев. Она осуществляется автоматически (в станках-полуавтоматах) или вручную оператором. Подача врезания по передней поверхности всегда совершается автоматически: подающая собачка ставит переднюю поверхность зуба примерно в одно и то же положение по отношению к шлифовальному кругу независимо от предшествующего съема металла с этой поверхности. Регулировать подачу врезания по передней поверхности можно изменением переднего положения подающей собачки относительно круга.

Как правило, пилу затачивают за 4...5 проходов шлифовального круга при шлифовывании за один проход слоя толщиной не более 0,6 мм. Заканчивают заточку, делая два...три легких прохода с врезанием круга на глубину не более 0,02 мм. Заусенцы с боковых поверхностей зубьев снимают мелкозернистым шлифовальным бруском.

Пила считается правильно заточенной, если обеспечены заданный стандартный профиль зубьев, достаточная острота режущих кромок, расположение вершин зубьев на одной окружности, отсутствие заворотов, надломов, заусенцев и засинения вершин зубьев, плавное закругление дна межзубовых впадин. Чтобы добиться расположения вершин и боковых поверхностей зубьев соответственно на одной окружности и в одной плоскости, рекомендуется прифуговывать зубья. Прифуговку выполняют по высоте зубьев и по ширине главной режущей кромки (с боков) с помощью фугующих приспособлений, устанавливаемых на станке или вне его, а также на заточных станках. Прифуговку на валу станка осуществляют мелкозернистым оселком (зернистость 5...10) при вращении пилы в направлении обратном рабочему и малой частоте вращения. Прифуговку по высоте зубьев следует считать законченной, если $\frac{3}{4}$ их будут выровнены. Величина прифугованной поверхности (фаски) при

этом должна быть не более 0,1...0,3 мм. С боков зубья прифуговывают при минимальной подаче оселка (единичные искры). Операцию следует считать законченной, если $\frac{1}{3}$ зубьев будет иметь следы прифуговки. Допускаются прифугованные площадки не более 0,05...0,15 мм.

Для заточки круглых стальных пил используют обычно шлифовальные круги из электрокорунда белого (абразивный материал 23А, 24А, 25А) зернистостью 40 и 25, твердостью СТ на бакелитовой связке. Заточку проводят на станках-полуавтоматах для заточки круглых пил ТчПК4-2 (пилы диаметром 100...400 мм), ТчПК8-2 (пилы диаметром 200...1000 мм), а также на станках для заточки круглых, ленточных и рамных пил ТчПА-6, для заточки пил и ножей ТчПН-6 и др. При контроле качества заточки используют шаблоны, копирующие стандартные профили зубьев, универсальный угломер, контрольно-измерительные приборы для измерения шероховатости заточенных поверхностей.

Уширение режущей части диска круглых плоских стальных пил достигается разводом или плющением зубьев. Развод как более простую и производительную операцию используют чаще, чем плющение (зубья пил для поперечного пиления только разводят).

Развод (рис. 53, а) заключается в отгибе кончиков зубьев поочередно в правую и левую стороны на высоте h_p ($\frac{1}{3}$ или $\frac{1}{2}$ высоты зуба h_z) по линии изгиба $И—И$, перпендикулярной биссектрисе угла заострения β . Величина развода зубьев b_1 назначается в зависимости от физико-механических свойств распиливаемого материала, качества правки пил и режима резания. При распиливании влажной древесины мягких пород и невысоком качестве правки величина развода должна быть большей, при малых скоростях подачи (малой подаче на зуб) возможен меньший развод. Величина развода зубьев круглых плоских пил для различных типов круглопильных станков колеблется в интервале 0,3...1,2 мм, в зависимости от диаметра и типа пил, породы и влажности распиливаемого материала.

Схема механизированного развода зубьев круглых пил на специальном станке показана на рис. 53, б. Зуб пилы 2, зажатый зажимом 4 у основания, свободно изгибается в поперечном направлении разводными штырями 1 и 3, получающими осевое перемещение от рычагов, связанных с кулачком распределительного вала станка. Особенность схемы состоит в том, что зуб первоначально разводят на величину большую, чем b_1 , воздействуя, например, штырем 1, а затем возвращают в обратное положение до величины b_1 другим штырем 2. При этом достигается высокая точность развода, отклонение от заданной величины уширения на сторону b_1 не превышает $\pm 0,05...0,08$ мм.

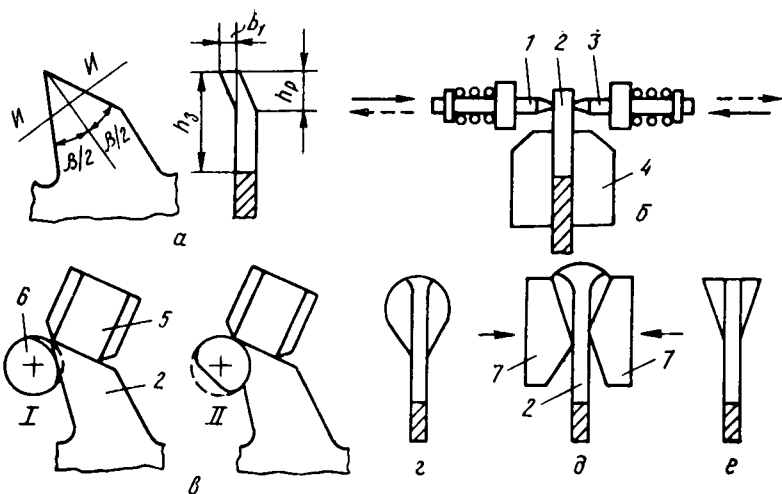


Рис. 53. Уширение режущей части диска стальных круглых пил:

а — разведенный зуб; *б* — схема механизированного развода зубьев на станке; *в* — схема плющения зуба; *г* — форма плющенного зуба; *д* — схема формирования зуба; *е* — зуб после плющения, формирования и заточки; 1 и 3 — разводной штырь; 2 — зуб пилы; 4 — зажим; 5 — наковальня; 6 — валик; 7 — плашка

Для развода зубьев пилы используют следующее оборудование, приспособления и инструменты: полуавтомат для развода зубьев круглых пил РПК8 (диаметр пил до 800 мм); ручные разводки типа ПИ-39; тиски для зажима пилы при разводе зубьев; раздомер индикаторный или шаблоны для контроля точности развода.

Сущность плющения (рис. 53, *в*) заключается в том, что к кончику зуба 2 со стороны задней поверхности прижимают упор (наковальню) 5, а со стороны передней поверхности подводят профилированный плющильный валик 6. При повороте вокруг оси плющильный валик внедряется в материал зуба, расплючивая и таким образом уширяя его кончик. Вид зуба после плющения со стороны задней поверхности показан на рис. 53, *г*. Затем плющенный зуб формируют — придают ему правильную форму путем бокового обжатия твердыми закаленными плашками 7 (рис. 59, *д*). Окончательную форму плющенный и сформованный зуб получает после заточки (рис. 53, *е*).

Плющение зубьев пил для продольного распиливания предпочтительнее развода зубьев. Величина уширения зуба на сторону при плющении может быть принята на 10 % меньше, чем при разводе. Число зубьев пилы может быть уменьшено в 1,5... 1,8 раза, что при сохранении качества обработки позволяет на 12...15 % снизить затраты энергии на резание (вспомните, что удельная работа резания уменьшается с увеличением средней

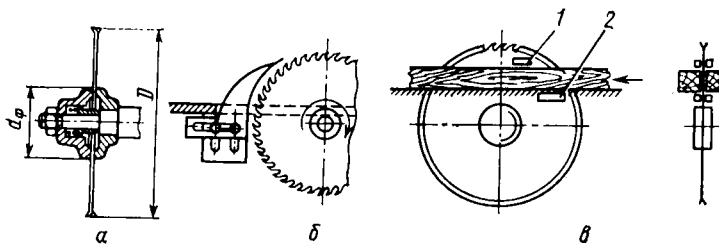


Рис. 54. Установка пил на станке:

а — конструкция центрирующих фланцев; *б* — установка расклинивающего ножа; *в* — схема установки направляющих диска

толщины срезаемого слоя или подачи на зуб). Площение рекомендуется в первую очередь для пил многопильных и ребровых круглопильных станков.

Для плющения и формирования зубьев круглых плоских пил применяют следующие оборудование и приспособления: полуавтомат для холодного плющения и формирования зубьев круглых пил ПХФК8-2 (диаметр пил до 900 мм); ручная плющилка типа ПКЦ; ручная формовка типа ФКЦ; приспособление для установки пилы при плющении и формировании.

При установке пилы на станке требуется соблюдение определенных правил. Пилу устанавливают на валу так, чтобы центр диска совпадал с осью шпинделя. Это требование обеспечивается точным соответствием диаметра посадочного отверстия пилы диаметру шпинделя станка (допускаемый зазор не более 0,1 мм) или применением самоцентрирующего фланца для крепления пилы (см. рис. 54, *а*). Опорные поверхности крепления фланцев должны быть строго перпендикулярны оси шпинделя. Допускается торцевое биение коренного фланца не более 0,01 мм на радиусе 50 мм.

Для надежного закрепления пилы диаметр фланца выбирают из соотношения $d_f \geq 5 \sqrt{D}$, где D — диаметр пилы в мм. Зажимная гайка должна иметь резьбу, обратную вращению пилы, и быть затянута достаточно сильно; на крепящих поверхностях фланцев не должно быть никаких выступов.

Для закрепления пил диаметром более 400 мм устанавливают боковые направляющие, ограничивающие отклонение и зарезание пилы при случайных нагрузках. Направляющие устройства обычно предусмотрены в конструкции круглопильного станка. Штифты-направляющие изготавливают из текстолита, фторопласта и других подобных материалов. Зазор между пилой и направляющими должен быть равен половине торцевого биения пилы плюс 0,1 мм. Направляющие устанавливают у периферийной зоны пилы. При эксплуатации пил пониженной тол-

щины рекомендуется применять две пары направляющих: верхние 1 и нижние 2 (рис. 54, в).

При продольном распиливании за пилой обязательно устанавливают расклинивающий нож (рис. 54, б). Передняя вогнутая и заточенная на клин кромка ножа должна отстоять от окружности вершин зубьев пилы не далее 10...15 мм. Толщина ножа у задней кромки должна быть больше ширины пропила на 0,2...0,3 мм. По высоте нож устанавливают на одном уровне с рабочей частью пилы.

При работе с односторонними коническими пилами расклинивающие ножи устанавливают так, чтобы $\frac{1}{4}$ угла заострения приходилась со стороны плоской части пилы, а $\frac{3}{4}$ — с конической. Общая толщина ножа в этом случае на 3...4 мм больше толщины центральной части пилы.

31. Особенности подготовки пил с твердосплавными пластинами, конических и строгальных

Основными операциями подготовки дисковых пил с пластинами из твердого сплава к работе являются припайка твердосплавных пластин (ремонтная операция), заточка и доводка зубьев.

Припайка твердосплавных пластин. Сначала выбирают марку твердого сплава и подготавливают корпус пилы и пластины, а затем выполняют припайку.

Пластины для дереворежущих пил стандартизованы. Выбор марки твердого сплава определяется видом обрабатываемого материала, но также зависит и от условий распиливания и требуемых угловых параметров зубьев. Чаще применяют твердые сплавы ВК15 и ВК6. Пластинами из сплава ВК15 рекомендуется оснащать пилы, предназначенные для распиливания с повышенными требованиями к качеству обработки. Применение пластин из сплава ВК6 предпочтительнее в тех случаях, когда необходимо обеспечить наибольшую стойкость инструмента.

Подготовка корпуса пилы сводится к фрезерованию пазов (гнезд) под пластины. Опорные поверхности пазов должны быть плоскими, не иметь заусенцев и перед пайкой тщательно зачищены и обезжирены. Подготовка пластин заключается в тщательной их проверке на отсутствие коробления и трещин, очистке и промывке.

Для припайки пластин рекомендуются припой серебряные ПСР40 и медноцинковые Л62, МНМц-68-4-2 и др. в виде фольги или тонкой проволоки. В качестве флюса применяют прокаленную (обезвоженную) буру в виде мелкого порошка. Способ нагрева при пайке определяется имеющимся оборудованием: электроконтактный — на электросварочных аппаратах с приспособлениями; током высокой частоты — на установках, оборудованных генератором ТВЧ; ацетилено-кислородным пламенем —

газовой горелкой и др. Прочность припайки проверяют испытанием пилы вращением при окружной скорости у зубьев не менее 100 м/с. При этом неуравновешенность (дисбаланс) пилы не должна превышать 25 г·см для диаметра 250 мм и 60 г·см для диаметра 400 мм.

Заточку и доводку зубьев с пластинами твердого сплава осуществляют абразивными (карборундовыми) кругами, алмазными кругами или комбинированно: предварительную (грубую) заточку выполняют абразивными кругами, а чистовую заточку и доводку — алмазными. Для экономии твердого сплава и шлифовальных кругов основную заточку следует вести по длине пластины — по задней поверхности, а вспомогательную — по передней (см. рис. 52, в).

Заточка по задней поверхности 4 состоит из заточки по стальной части зуба 1 под углом $\alpha + 6^\circ$, чистовой заточки по пластине 2 твердого сплава под углом $\alpha + 2^\circ$, доводки части пластины, прилегающей к режущей кромке под углом α . Заточка по передней поверхности 3 (при необходимости) состоит из предварительной заточки по всей поверхности под углом припайки пластины на зуб γ_1 и окончательной по передней поверхности под углом γ (при чистовой заточке и доводке).

Заточка и доводка должны вестись при непрерывном интенсивном охлаждении. Для алмазных кругов на бакелитовой связке допускается работа без охлаждения. Основные правила алмазной заточки и доводки: заточку производить только по пластине твердого сплава (под углом $\gamma + 2^\circ$), максимальный припуск на заточку — не более 0,2 мм; доводку выполнять только под углом (по фаске), припуск — не более 0,05 мм.

Операции по подготовке к работе дисковых конических пил мало отличаются от соответствующих операций подготовки к работе пил с плоским диском.

Устанавливать в станок неуравновешенные диски не допускается, так как это может вызвать сильное биение вала, потерю устойчивости пильным диском во время работы, неудовлетворительное качество распиливания, быстрый износ подшипников пильного вала. Неуравновешенность дисков вследствие неравномерной их толщины выявляют с помощью специального приспособления для статической балансировки (рис. 55). Устраняют неуравновешенность (дисбаланс) диска перешлифовкой конических поверхностей диска. При этом восстанавливают главное достоинство конической пилы (малую ширину пропила), которое утрачивается по мере уменьшения диаметра пилы в результате переточек.

Основные требования к выполнению операций подготовки к работе дисковых конических пил и установленные нормативы следующие. 1. В результате статической балансировки неуравновешенность диска (дисбаланс) для пил малого и среднего

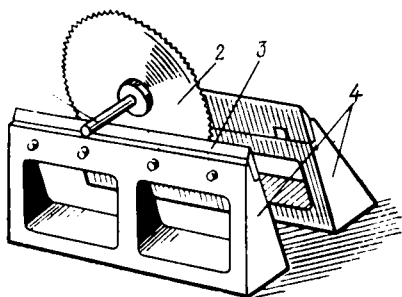


Рис. 55. Приспособление для статической балансировки пил:

1 — оправка; 2 — пила; 3 — призмы (ножи); 4 — стойки

диаметра не должна превышать 25...60 г·см. 2. После правки диска отклонения не должны превышать от прямолинейности по плоской стороне диска 0,2 мм, неровности (выпучины, впадины) на конической стороне диска, поставленного в вертикальное положение, 0,15 мм. 3. Пилу следует вальцевать в зоне, ограниченной окружностями с радиусами $0,6R$ и $0,7R$, где R — радиус пилы (без зубьев). Число следов вальцевания (дорожек) в пределах обрабатываемой зоны должно быть 2...4. 4. Перешлифовывают конические поверхности пилы всякий раз, когда износ диска составит 10 % первоначального диаметра. 5. Зубья односторонних пил должны разводиться с конической стороны диска на 0,1 мм больше, чем с плоской, зубья двусторонних — одинаково.

Для подготовки круглых конических пил используется специальное оборудование: приспособление для статической балансировки (параллельные ножи) и разновесы к нему, специально подготовленные и протарированные, для перешлифовки конических поверхностей диска — шлифовальный станок карусельного типа с шлифовальной головкой, устанавливаемой по углу конусности пилы.

Дисковые строгальные пилы с высокой жесткостью в поперечном направлении не нуждаются в проковке. Зубья их не разводят и не плющат. Основная операция подготовки их к работе — заточка. Ее следует выполнять особенно тщательно.

Контрольные вопросы

1. Изобразите профили зубьев пил для продольного и поперечного пиления. В чем их основные различия? 2. Чем объясняется высокое качество пиления круглой строгальной пилой? 3. В чем состоит операция вальцевания ленточной пилы, какая при этом достигается цель? Сравните операции вальцевания ленточной и круглой пил. 4. Как организована заточка зубьев пил на станках? 5. Перечислите операции подготовки к работе круглых пил, оснащенных пластинами твердого сплава. Как затачивают зубья таких пил?

32. Конструкция и подготовка ножей

Конструкция ножей. Различают ножи для строгания и фрезерования. Нож для строгания — инструмент для осуществления процесса строгания, для которого характерно срезание слоев постоянной толщины при возвратно-поступательном или плоском круговом движении лезвия. К этой группе инструмента следует отнести ножи шпонострогальные, луцильные, рубильные (для дисковых рубильных машин, измельчающих древесину в щепу), стружечные (для дисковых стружечных станков, измельчающих древесину в стружку).

Ножи для строгания (рис. 56, а) имеют вид пластин плоской формы, с лезвиями, сформированными вдоль одной из длинных кромок. В одних случаях это самостоятельный инструмент (шпонострогальный нож), в других — съемный режущий элемент сборного инструмента (например, многоножевого диска стружечного станка).

В качестве примера конструкции ножа для бесстружечного деления на рис. 56, б показан нож для гильотинных ножниц НГ18-1. Конструктивные различия ножей для строгания и бес-

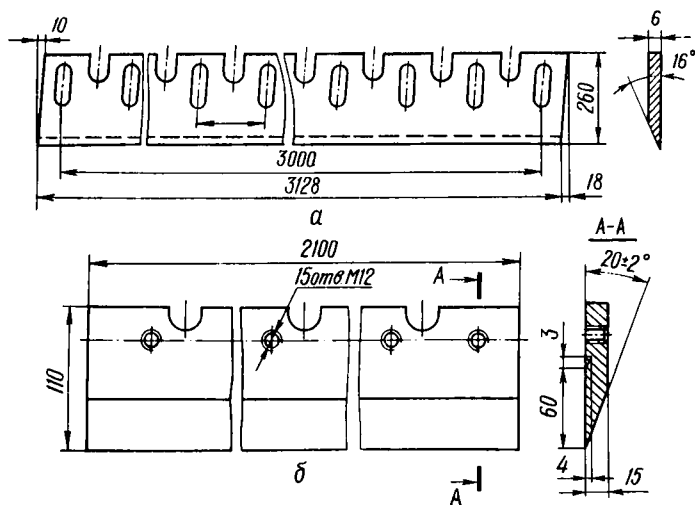


Рис. 56. Ножи:

а — для строгания (шпонострогальный); б — для бесстружечного деления (гильотинный к станку НГ18-1)

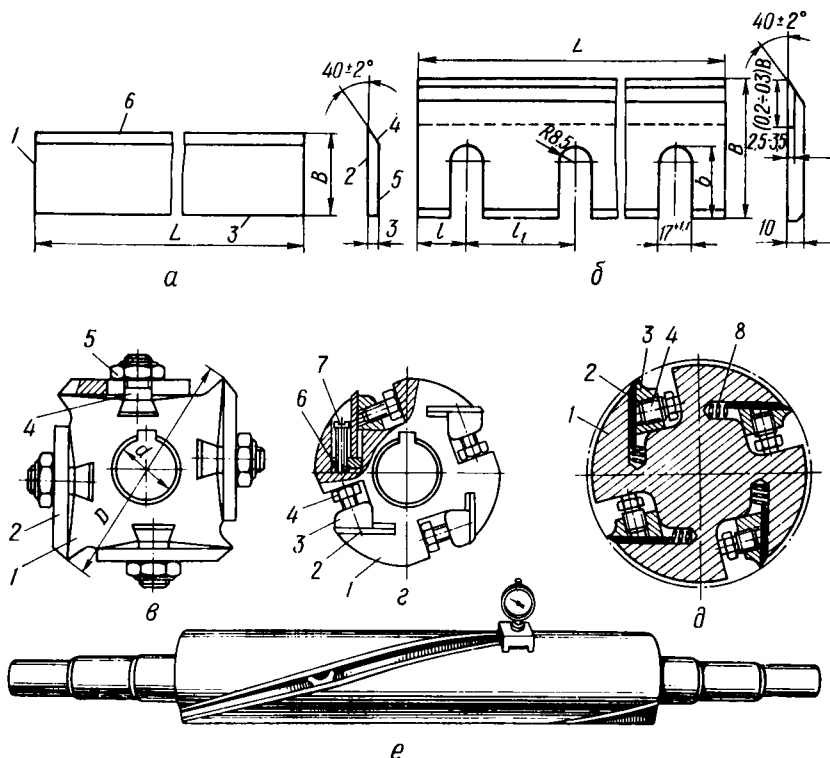


Рис. 57. Ножи и ножовые валы для фрезерования:

a — нож типа 1 без прорезей; *б* — нож типа 2 с прорезями; *в* — квадратный ножовой вал (головка); *г*, *д* — круглые ножовые валы (головки); *е* — с расположением ножей по винтовой линии; 1 — поверхность ножа торцовая; 2 — то же, передняя; 3 — то же, нижняя; 4 — то же, задняя; 5 — то же, опорная; 6 — режущая кромка

стружечного резания относятся к различиям угловых параметров, элементов установки и закрепления в станках.

Ножи изготавливают по ТУ 14-1-679—73 (шпонострогальные), ТУ 14-1-3099—81 (гильотинные ножницы) и т. п. Ножи для фрезерования плоских поверхностей (рис. 57) изготавливают по ГОСТ 6567—75, который распространяется на ножи, устанавливаемые для обработки древесины на фуговальных, рейсмусовых, четырехсторонних продольно-фрезерных и других фрезерующих станках. По техническим условиям изготавливают ножи для шипорезных и ряда других работ. Ножи типа 1 — без прорезей (рис. 57, *a*) имеют следующие размеры: длина L 25...1610 мм, ширина B 25...40 мм, толщина S 3 мм; ножи типа 2 с прорезями (рис. 57, *б*): длина 60...310 мм, ширина 100; 110 и 125 мм; толщина 10 мм,

Основные технические требования к плоским ножам с прямолинейной режущей кромкой для фрезерования древесины

Разнотолщинность, мм, для ножей толщиной, мм, не более:

3	0,05
10	0,1
Неравномерность ширины ножа, мм	не более 0,1/100 мм длины ножа

Отклонения от прямолинейности режущей кромки ножа, мм 0,025/100 мм длины ножа

Показатели шероховатости поверхностей ножей, мкм, не более:

передней и задней R_a	1,25
опорной R_a	2,5
остальных R_z	40

Продольная и поперечная непрямолинейность передней поверхности ножей, мм 0,1 на 100 мм длины

Крыловатость ножей не допускается

Разность массы парных ножей, % 0,5 от массы одного ножа (точность взвешивания — 0,5 г)

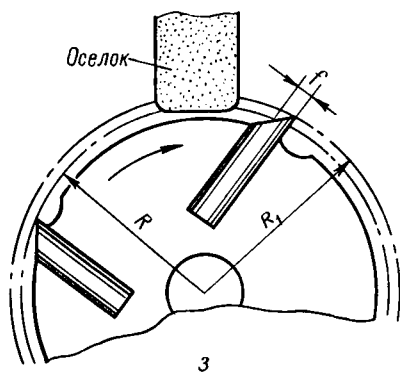
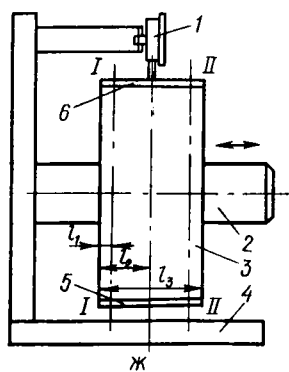
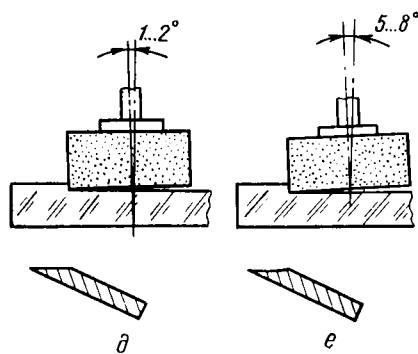
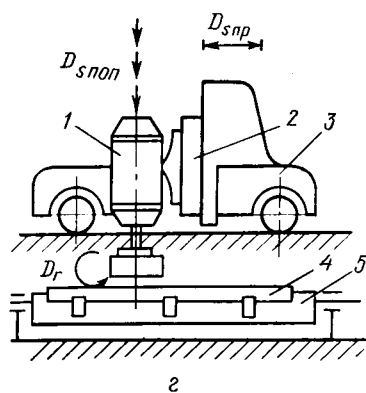
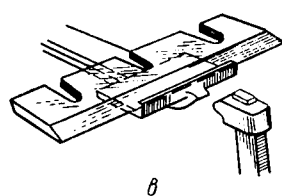
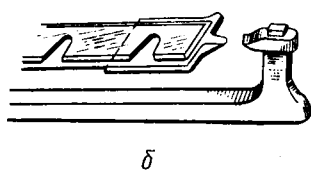
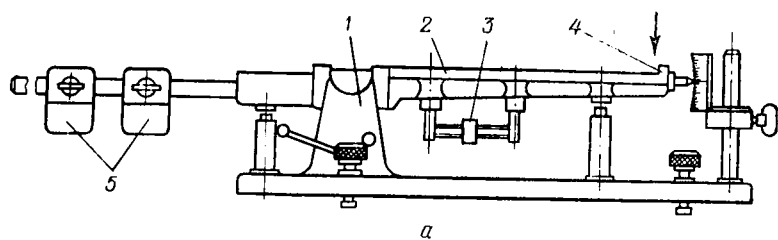
Ножи для фрезерования являются сменными режущими инструментами ножевых головок и валов. Ножевая головка, предназначенная для обработки узких профилей, крепится на рабочем шпинделе консольно. При затуплении ножей ее можно легко заменить. Ножевой вал изготавливают цельным с цапфами для подшипников, при замене ножей его со станка не снимают. По форме поперечного сечения ножевые валы и головки бывают квадратные и круглые.

Квадратные валы и головки (рис. 57, в) приспособлены для крепления болтами 4 с гайками 5 двух или четырех толстых ножей 2. По условиям безопасности их разрешается применять только в станках с механической подачей заготовок при наличии ограждения опасной зоны кожухом.

На круглых валах (головках) можно устанавливать 2...12 тонких ножей (очень редко более). Крепление тонких ножей (рис. 57, г, д) центробежно-клиновое: в нерабочем положении нож 2 удерживается клиновой планкой (клином) 3, поджимаемой болтами 4; во время вращения вала центробежные силы, действующие на клин, приводят к возрастанию удерживающих нож сил трения по поверхностям корпуса 1 и клина 3.

Для точной установки ножей служат регулировочные винты 7 с упорной планкой 6. В конструкции, показанной на рис. 57, д, нож выдвигается из паза пружиной 8 при ослаблении болтов 4. Это удобно при установке ножей по упорам приспособления, базирующегося на боковой поверхности корпуса вала 1.

Важное преимущество имеет вал с расположением ножей по винтовой линии (рис. 57, е). Тонкие плоские серповидные ножи приобретают форму паза в ножевом валу при закреплении их



винтообразными клиньями и болтами. При установке такого вала на рейсмусовом станке снижаются шероховатость обработанных поверхностей и шум при работе станка.

Подготовка ножей. Основными операциями подготовки к работе являются заточка и установка в станок. Ножи для фрезерования, кроме того, балансируют и уравнивают, а после установки в ножевой вал или головку — фугуют.

Цель балансировки ножей — добиться совпадения центра массы ножа с серединой его длины. Если комплектные ножи имеют одинаковую массу, но центры массы их находятся на разных расстояниях от торца ножевого вала, последний при вращении будет испытывать вибрации и перекосы. Особенно важна сбалансированность и уравнишенность толстых ножей (тип 2 по ГОСТ 6567—75) большой массы, имеющих прорези.

Уравнивание ножей, т. е. попарная (комплектная) подготовка их по массе, необходимо для того, чтобы при вращении ножевого вала не возникла неуравновешенная центробежная сила, которая может вызвать вибрацию вала.

Балансировку и уравнивание выполняют с помощью специальных балансировочных весов (рис. 58, а) в следующем порядке. Нож комплекта укладывают на площадку коромысла 2 торцевой поверхностью вплотную к упору 4. Перемещая противовесы 5 и регулировочный грузик 3, стрелку-указатель совмещают с нулевым делением шкалы (рис. 58, б). Затем кладут нож к упору другим концом и определяют более тяжелый конец ножа. Добиваются совмещения центра массы ножа с его геометрической серединой путем стачивания металла с тяжелого конца по фаске между торцевой и опорной поверхностями ножа.

Отбалансированные ножи уравнивают попарно. При использовании балансировочных весов нож укладывают режущей кромкой вплотную к упору (рис. 58, в). Более тяжелый нож уравнивают с парным ножом, равномерно снимая с него слой металла в виде фаски по ребру нижней поверхности или по задней грани. Уравнивание ножей считается законченным, если разность массы парных ножей, устанавливаемых на противоположных концах диаметра ножевого вала, не превышает 0,5 % от массы одного ножа.

Для проведения балансировки и уравнивания ножей необходимы весы технические (точность взвешивания 0,5 г), для статического балансирования ножей (максимальная длина ножей 619 и 1210 мм) балансировочные весы соответственно

Рис. 58. Подготовка ножей:

а — балансировочные весы; б — положение ножа при балансировке; в — то же, при уравнивании; г — схема станка с кареткой для заточки ножей; д — положение шлифовального круга при плоской заточке задней грани ножа; е — то же, при вогнутой заточке; ж — приспособление для установки ножей в ножевую головку; з — схема динамической фуговки ножей

ПИ-6 и ПИ-12. Тонкие короткие ножи (тип 1 по ГОСТ 6567—75) можно не балансировать, достаточно попарно уравновесить.

Ножи с прямолинейными лезвиями затачивают на специализированных станках. В процессе заточки с задней поверхности затупленного ножа сошлифовывают слой металла, достаточный для восстановления формы лезвия и остроты режущей кромки. Для механизированного выполнения операции необходимы три движения рабочих органов станка: главное движение резания D_r , продольная подача $D_{s\text{ пр}}$ и подача врезания $D_{s\text{ поп}}$ (рис. 58, з).

Главным движением является вращение шлифовального круга. Продольная подача обеспечивает съем металла по всей длине затачиваемой задней поверхности ножа. Подача врезания — периодическое поперечное перемещение шлифовального круга (или ножа) в направлении, перпендикулярном затачиваемой поверхности — обеспечивает последовательное сошлифовывание слоев металла до снятия необходимого припуска.

Наиболее распространены ножеточильные станки с кареткой (рис. 58, з). Каретка 3 несет на себе суппорт 2 и шлифовальную головку 1. Совершая возвратно-поступательное движение по направляющим станины, она выполняет продольную подачу $D_{s\text{ пр}}$ шлифовального круга вдоль ножа 4, закрепленного на столе 5.

При заточке торцем чашечного круга обработанная поверхность получается плоской (рис. 58, д) или вогнутой (рис. 58, е). Вогнутая поверхность, получаемая при наклоне оси шлифовальной головки на угол $5...8^\circ$ к вертикали, облегчает доводку задней поверхности лезвия ножа.

На мебельных предприятиях для заточки ножей используют отечественные полуавтоматы ТчН6-5 (наибольшая длина стальных ножей 670 мм), ТчН13-5 (наибольшая длина 1320 мм), ТчФА-2 (стальные и твердосплавные ножи, установленные в ножевых головках — сборных фрезах, длина ножей до 200 мм, диаметр корпуса инструмента до 180 мм), а также станки производства иностранных фирм.

После заточки и доводки ножи с прямолинейной режущей кромкой должны отвечать техническим требованиям, приведенным выше. Радиус округления режущей кромки должен быть не более $5...7$ мкм.

При установке ножей в ножевые валы и головки лезвие ножа должно выступать за кромку стружколомателя (губку), ножевого вала или зажимного клина не более чем на $0,75...1$ мм, оптимальный выступ для получения наиболее гладкой поверхности — $0,5$ мм; все точки режущих кромок всех ножей, укрепленных в ножевом валу, должны находиться на одинаковых по длине радиусах резания (допускаемое отклонение $0,04...0,06$ мм).

0,06 мм); выверенные ножи должны быть надежно закреплены на валу; зазор между ножами и опорными поверхностями не допускается.

Для достижения перечисленных показателей точности установки ножей и сокращения затрат времени на операцию необходимо использовать специальные приспособления (рис. 58, ж). Корпус фрезы 3 надевают на оправку 2 приспособления. В пазы корпуса вставляют заточенные ножи и клинья и слегка закрепляют их распорными болтами. С помощью регулировочных винтов ножевой головки заглубляют первый нож 6 в корпус так, чтобы режущая кромка не выступала над кромкой клина. Затем устанавливают фрезу в положение А (сечение I—I под индикатором 1), фиксируют показание индикатора при касании измерительным наконечником кромки клина и, вращая левый регулировочный винт, добиваются требуемой выставки лезвия над кромкой клина. Переместив фрезы в положение Б (сечение II—II под индикатором), вращением правого регулировочного винта добиваются параллельности режущей кромки ножа 6 оси оправки. При этом показания индикатора при касании режущей кромки в обоих сечениях должны быть одинаковыми. Окончательно закрепляют нож 6 распорными болтами, вывинчивая их из клина. Аналогично регулируют второй нож 5 и последующие ножи.

Для обработки древесины со скоростями подачи свыше 20 м/мин обязательна динамическая (при вращении инструмента с нормальной рабочей скоростью) **фуговка** ножей сборного инструмента (рис. 58, з). Сущность фуговки — выравнивание радиусов резания всех ножей, установленных в ножевом валу. Это позволяет существенно снизить шероховатость фрезерованной поверхности или увеличить производительность станка без снижения качества обработки.

Фуговать ножи нужно абразивным бруском из электрокорунда белого зернистостью М28 и твердостью С1 на керамической связке по следующему режиму.

Режим фугования ножей сборных фрез

Подача бруска:

продольная, м/мин	1 . . . 2
поперечная, мм/дв. ход	0,005
Ширина фаски при заднем угле лезвия 15°, мм	0,15 . . . 0,2

Подробные инструкции по подготовке ножей для фрезерования содержат руководящие технические материалы РИ 11-00.

33. Конструкция и подготовка фрез

Конструкции фрез многообразны. Это объясняется применением фрез для многих видов работ (плоское и профильное фрезерование, шипорезные операции, выработка пазов и гнезд,

копирование) на различных станках (продольно-фрезерных, фрезерных, шипорезных, пазовальных, копировальных).

По способу крепления в станке различают фрезы насадные и концевые. Насадные фрезы имеют центральное отверстие, которым фреза насаживается на рабочий шпиндель станка, концевые— хвостовик для крепления в соответствующем отверстии шпинделя.

По цельности инструмента, т. е. по тому, как связаны режущие элементы с корпусом инструмента, фрезы подразделяют на цельные, сборные и составные.

Цельные фрезы изготовляют из одной заготовки металла (легированной стали), поэтому они характеризуются высокой точностью и хорошей уравновешенностью, что позволяет эксплуатировать их при высокой частоте вращения шпинделей. Целесообразно применять такие фрезы при массовой обработке нормализованных профилей деталей.

Цельные фрезы бывают затылованные (с кривой задней поверхностью зубьев) и незатылованные (с прямой задней поверхностью). Преимуществом затылованных фрез является стабильность профиля обработки и углов лезвия при уменьшении диаметра фрезы в результате заточек.

По назначению цельные фрезы подразделяют на цилиндрические для обработки плоских кромок заготовок, пазовые для выработки пазов или четверти, прорезные (фрезы-крючья) для формирования рамных и ящичных шипов, профильные для получения прямолинейных или криволинейных кромок фигурного сечения (рис. 59, а, б, в).

Зубья цельных фрез могут быть оснащены пластинами из твердого сплава или износостойких инструментальных сталей (например, Р6М5).

Составные фрезы (рис. 59, г) состоят из двух и более цельных фрез для обработки сложных двусторонних профилей, которые имеют участки, лежащие в плоскости вращения фрезы.

Сборные фрезы (рис. 59, д, е) состоят из корпуса из конструкционной стали и вставных (сменных) ножей из ценной легированной стали, т. е. в принципе не отличаются от ножевых головок. Наибольшее распространение получили современные конструкции сборных фрез для продольно-фрезерных (строгальных) станков с цанговым креплением на шпинделе. Сменные ножи сборных фрез могут быть оснащены пластинами из твердого сплава.

Насадные фрезы общего назначения применяют во всех деревообрабатывающих производствах, особенно широко в мебельном. Кроме фрез общего назначения промышленность выпускает насадные фрезы специального назначения для обработки деталей стандартных профилей (затылованные фрезы для

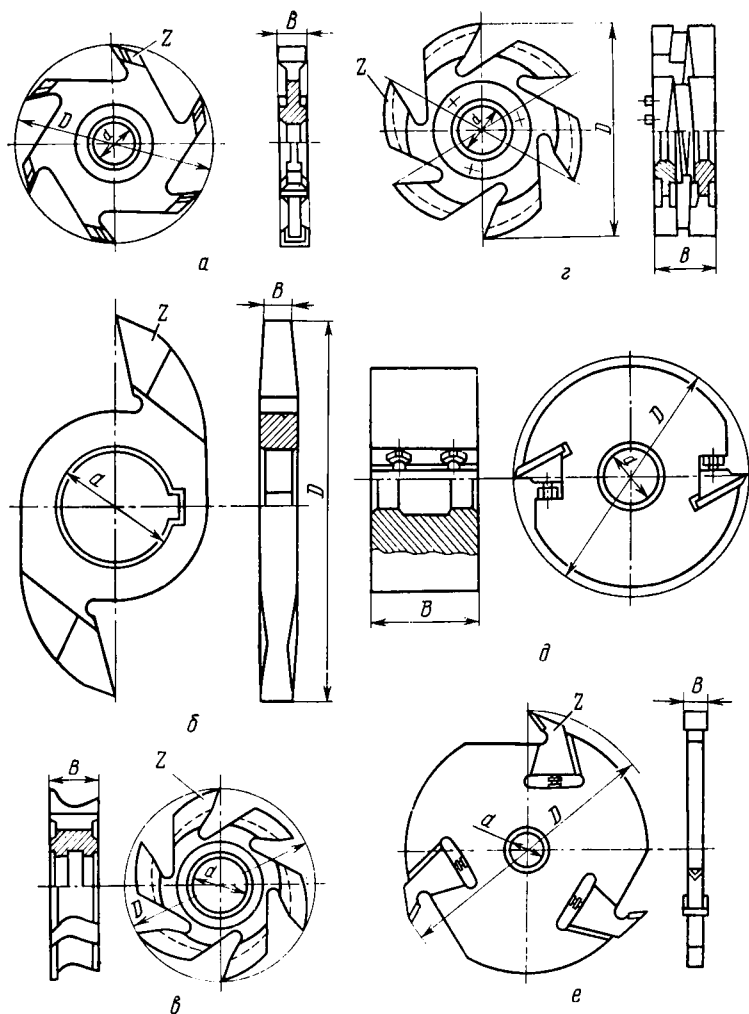


Рис. 59. Насадные фрезы:

а — цельная пазовая дисковая незатылованная с твердосплавными пластинами; *б* — прорезная для обработки зубчатых клиновых шипов; *в* — профильная затылованная для обработки погонажных изделий; *г* — составная затылованная для обработки прямоугольного гребня; *д* — сборная цилиндрическая с непосредственной посадкой на шпиндель; *е* — сборная для обработки проушек с резцами, оснащенными пластинами из быстрорежущей стали

обработки шпунтов и гребней), деталей и узлов оконных переплетов и дверных полотен, паркета, лыж, каблуков и др.

В практике работы техника-технолога нередко возникает необходимость конструирования нестандартной фрезы для обработки нужного профиля в заготовке. Наиболее важными при

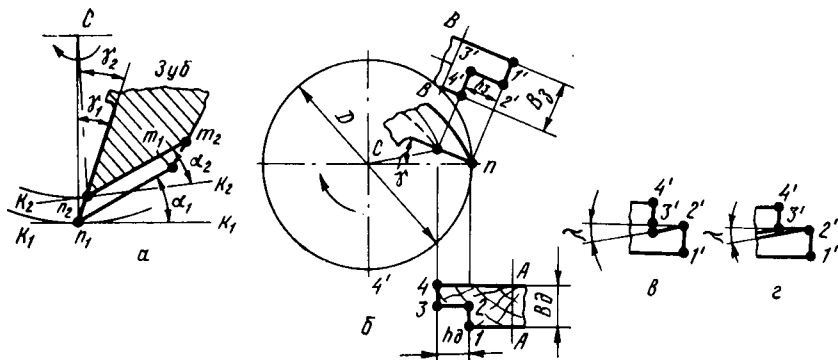


Рис. 60. Элементы конструирования фрез:

а — схема к обоснованию затылования фрез; *б* — построение профиля зуба по профилю детали; *в* — радиальное поднутрение зуба; *г* — косая боковая обточка зуба

конструировании фрез являются вопросы оформления задней поверхности зуба, соответствия профиля зуба профилю детали, обеспечения нормальных условий работы тех участков контура лезвия зуба, которые лежат в плоскости вращения фрезы (нормальной к оси вращения) или близки к ней.

Оформление задней поверхности (затылка) зуба (рис. 60, *а*). Самое простое решение — это сделать заднюю поверхность зуба фрезы плоской со следом n_1m_1 , задним α_1 и передним γ_1 углами. По мере износа фрезы перетачивают. Заточивать фрезу следует там, где медленнее она расходится. Если затачивается задняя грань параллельными слоями (снимается слой между n_1m_1 и n_2m_2), после удаления металла высота зуба уменьшается ($R_2 < R_1$), и резание проводится как бы другой фрезой нового радиуса R_2 .

Сравнивая углы резания новой фрезы после переточки с исходными углами, нетрудно убедиться, что $\gamma_2 > \gamma_1$ (внешний угол γ_2 треугольника n_1Cn_2 больше внутреннего угла γ_1 , не смежного с ним); $\delta_2 < \delta_1$, так как $\delta_2 = 90^\circ - \gamma_2$, а $\delta_1 = 90^\circ - \gamma_1$ при $\gamma_2 > \gamma_1$. Так как $\alpha = 90^\circ - \beta$, а $\beta = \text{const}$ по условию заточки, $\alpha_2 < \alpha_1$.

Таким образом, если у фрезы задняя поверхность зуба плоская и заточка производится по этой задней поверхности параллельными слоями, по мере износа зуба его задний угол α уменьшается и при достаточно большом числе переточек может стать недопустимо малым. Можно заточивать зуб по плоскости задней поверхности, сохраняя величину α , но это приведет к уменьшению угла заострения β с потерей прочности реза. Аналогичные результаты дает анализ заточки по передней поверхности. Решение задачи обеспечения постоянства α заключается в придании задней поверхности криволинейного контура по одной из

трех кривых: архимедовой спирали, логарифмической спирали, дуге окружности, проведенной из смещенного центра.

Соответствие профиля зуба профилю фрезеруемой детали. Фрезерование профильных деталей с большой высотой профиля может быть только с помощью цельных или составных фрез: тонкие вставные ножи не пригодны для работы с большим вылетом, а применение толстых ножей на квадратных головках ограничивается правилами техники безопасности.

Наиболее часто встречающиеся профили деталей образованы отрезками прямых или кривых линий. Профиль зуба — это трансформированный профиль изделия. Пусть (рис. 60, б) AA — плоскость, перпендикулярная пластям и параллельная узкой стороне детали. Положение точек профиля $1-4$ можно отсчитывать от этой произвольно выбранной плоскости. Разность расстояний от крайних поверхностей профиля является глубиной профиля детали h_d . Профили считаются глубокими при $h_d > 10$ мм. При построении профиля зуба наиболее глубокую точку профиля детали располагают на вертикали, проходящей через точку n — наиболее выступающую точку зуба. Наибольший диаметр фрезы D является номинальным диаметром.

Из схемы видно, что высота зуба h_z , измеренная по передней поверхности, больше высоты профиля деталей h_d при условии $\gamma > 0^\circ$, причем искажение зуба будет тем больше, чем больше угол γ . Углы резания фрезы (номинальные) будут действительными для участка профиля лезвия $1-2$, для участка $3-4$ они несколько другие вследствие уменьшения радиуса, однако это изменение несущественно, но на участке $2-3$ в плоскости перпендикулярной оси вращения задний угол будет равен 0° , чего нельзя допустить. Задний угол для таких участков профиля (или угол бокового зазора) создается косой боковой обточкой затылка зуба тангенциальным поднутрением на угол $\tau = 5 \dots 7^\circ$ (рис. 60, г) или радиальным поднутрением на $0^\circ 30' \dots 1^\circ$, как у зубьев строгальной пилы (рис. 60, в).

Концевые фрезы (рис. 61) имеют хвостовик для закрепления в патроне или шпинделе станка. Различают концевые фрезы по числу лезвий (зубьев) однозубые и двузубые; по оформлению задней поверхности режущего элемента — затылованные и незатылованные; по материалу режущей части — стальные и твердосплавные; по цельности — цельные и с напайным хвостовиком.

Незатылованные фрезы (рис. 61, а) должны устанавливаться в патронах, у которых ось отверстия для фрезы смещена относительно оси хвостовика самого патрона на эксцентриситет z для того, чтобы образовать положительный задний угол резания зуба фрезы. При этом размер обработки b (рис. 61, д) получается больше диаметра фрезы D .

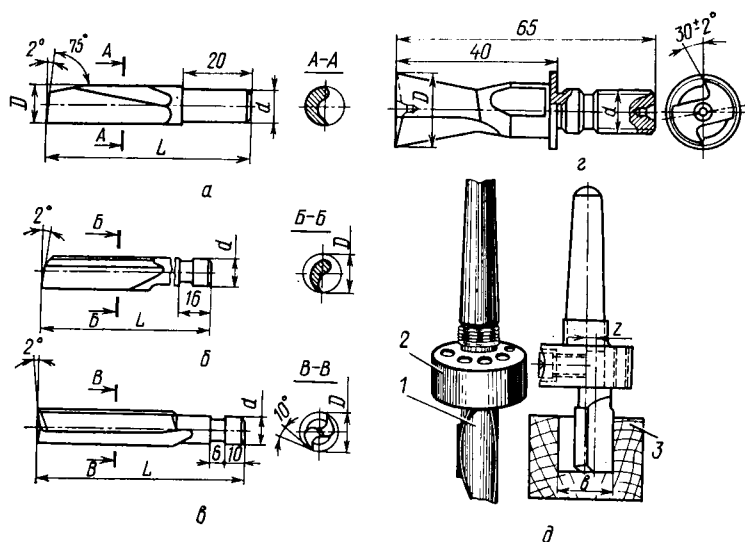


Рис. 61. Концевые фрезы:

a — незатылованная для фрезерования по контуру (однолезвийная); *б* — затылованная для фрезерования по контуру (однолезвийная); *в* — затылованная для выборки гнезд (двухлезвийная); *г* — для обработки ящичных шипов ласточкин хвост; *д* — незатылованная однолезвийная фреза в патроне; 1 — фреза; 2 — патрон; 3 — заготовка; *z* — эксцентриситет (смещение оси фрезы относительно оси вращения шпинделя); *φ* — размер обработки (ширина паза, диаметр отверстия)

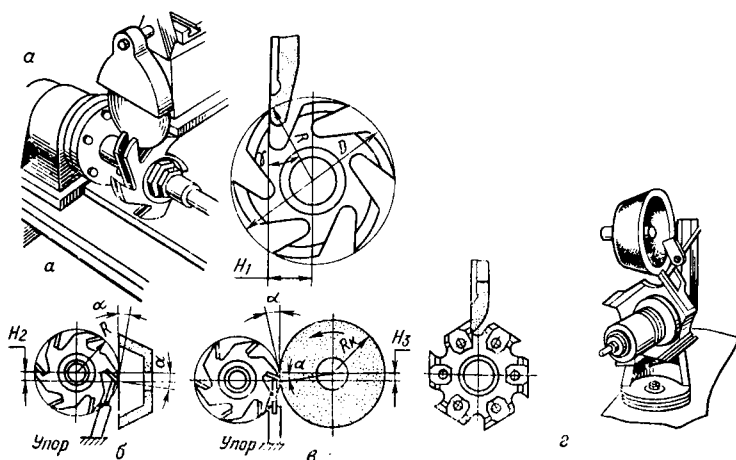


Рис. 62. Заточка фрез:

a — цельной затылованной по передней поверхности; *б* — цельной незатылованной по задней поверхности чашечным кругом; *в* — то же, плоским кругом; *г* — сборной с профильными ножами

Подготовка фрез. Подготовка к работе всех типов фрез заключается в заточке, балансировке и установке их в станок.

При заточке должны обеспечиваться стабильность профиля обработки, углов резания и равенство радиусов одноименных лезвий. Многообразие конструкций фрез требует использования различных схем заточки режущих элементов (рис. 62).

1. Насадные цельные и составные затылованные фрезы затачивают по передней поверхности с сохранением величины переднего угла γ (рис. 62, а). Для этого ось фрезы должна быть смещена относительно рабочей плоскости шлифовального круга на расстояние $H_1 = R \sin \gamma$, где R — радиус фрезы.

2. Насадные цельные и составные незатылованные фрезы (с прямым затылком зубьев) затачивают по передней и задней поверхностям. Заточку по передней поверхности выполняют так же, как и заточку затылованных фрез. Заточка по задней поверхности должна обеспечить стабильность заднего угла α (рис. 62, б). Для этого при чашечном шлифовальном круге лезвие фрезы должно быть установлено вершиной ниже оси фрезы на величину $H_2 = R \sin \alpha$. При отсутствии чашечного круга допускается заточка плоским кругом большого диаметра (рис. 62, в). Здесь ось круга радиуса R_k должна быть расположена выше оси фрезы на расстоянии $H_3 = R_k \sin \alpha$.

3. Ножи насадных сборных фрез затачивают укрепленными на корпусе фрезы (рис. 62, г) или отдельно. Фасонные профили ножей затачивают на специальном или универсальном оборудовании.

4. У концевых фрез боковые лезвия затачивают по передней поверхности с сохранением величины переднего угла γ . Торцевые лезвия затачивают по задней грани с постоянной величиной заднего угла α . При формировании торцевой кромки надо учитывать поднутрение торцевой поверхности фрезы к центру на $1 \dots 2^\circ$.

Качество заточки определяется соответствием параметров заточенной фрезы установленным нормативам. Допускаются следующие предельные отклонения параметров фрез (норматив в числителе для фрез насадных, в знаменателе — для концевых):

Радиальное биение зубьев, мм	не более 0,05/—
Торцовое биение боковых поверхностей зубьев на сторону, мм	0,04/—
Продольный изгиб, мм	—/0,05
Отклонения контурных действительных углов резания от номинальных, град, для лезвий:	
торцовых	—/±0,05
боковых	±1/±1
Отклонения углов поднутрения и косой боковой обточке при затыловании от номинальных, град	±0,5/—
Шероховатость заточенных передних задних и боковых поверхностей зубьев R_a , мкм	не более 1,25/1,25

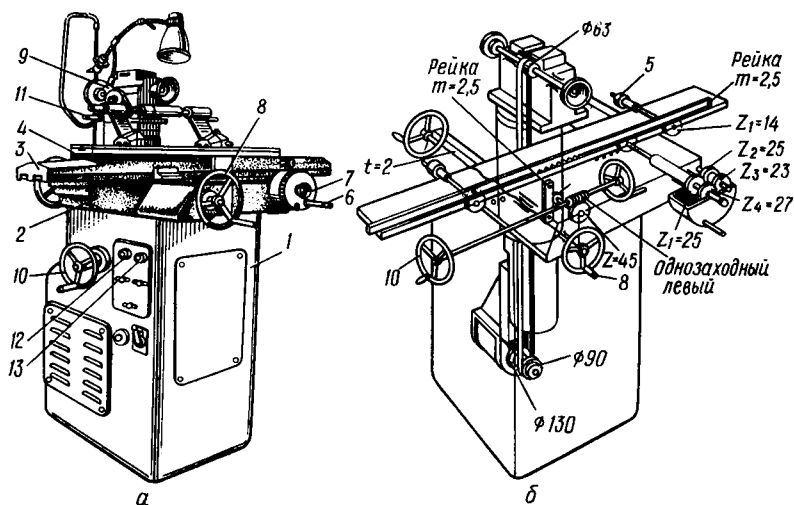


Рис. 63. Общий вид (а) и кинематическая схема (б) универсального заточного станка

Станки для заточки фрезерного инструмента бывают универсальные или специализированные. Особенностью любого универсального станка (ЗМ642, ЗМ642Е и др.) является возможность перемещения затачиваемого инструмента относительно шлифовального круга в трех взаимно перпендикулярных направлениях: вертикальном (это движение обычно придается кругу), горизонтальном поперечном (придается суппорту станка) и горизонтальном продольном (придается столу станка). Кроме того, шлифовальная головка может поворачиваться вокруг вертикальной оси.

Конструкция заточного станка показана на рис. 63. Станина 1 в виде чугунной тумбы имеет направляющие, по которым перемещается суппорт 2. По продольным направляющим суппорта может передвигаться стол 3. Стол состоит из двух частей: верхней и нижней. Верхняя часть стола 4 — поворотная — служит для установки передней и задней бабок, а также различных приспособлений для закрепления затачиваемого инструмента.

Быстрое продольное перемещение стола выполняется с помощью рукоятки 5, а медленное — вращением маховичка 6. Для переключения скоростей перемещения стола служит кнопка 7. Поперечное перемещение стола выполняется вращением маховичка 8, для удобства обслуживания расположенных по обе стороны стола. Вертикальное перемещение шлифовальной головки 9 происходит при вращении маховичка 10. Для поворота шлифовальной головки вокруг вертикальной оси служит рукоятка 11. Угол поворота отсчитывают по шкале на колонке. Кон-

струкция шпинделя головки позволяет закрепить одновременно два шлифовальных круга, по одному с каждой стороны. Пуск и остановка электродвигателя осуществляется нажатием кнопок 12 и 13. Станок комплектуется приспособлениями для выполнения различных работ. На универсальных станках можно затачивать фрезы диаметром до 250 мм с длиной режущих кромок до 630 мм.

Группу специализированных станков составляют полуавтомат для заточки стальных и твердосплавных насадных цельных и сборных фрез ТчФА-2 (диаметр фрез 80...180 мм, наибольшая длина режущей кромки 200 мм), полуавтомат для заточки стальных и твердосплавных концевых фрез ТчФКТ (диаметр фрез до 40 мм); различные заточные станки производства иностранных фирм.

Балансировка фрез — это операция устранения неуравновешенности инструмента. Причиной неуравновешенности могут быть неточности изготовления и сборки, изменения формы и размеров инструмента в процессе эксплуатации. Следствием неуравновешенности инструмента является вибрация и повышенный шум при работе станков, преждевременный выход их из строя. Различают балансировку статическую и динамическую.

Статическую балансировку выполняют без вращения фрезы с рабочей частотой, т. е. в статике. Ею ограничиваются для узких фрез, у которых отношение длины L к диаметру D не превышает 0,2.

Если в неуравновешенном инструменте (рис. 64, а) центр массы m смещен относительно оси вращения на расстояние r , то при вращении инструмента с угловой скоростью ω (напомним, что $\omega = 2\pi n/60$, где n — частота вращения фрезы, мин⁻¹) будет возникать неуравновешенная сила инерции $F = mr\omega^2$. Чтобы уравновесить эту силу, необходимо искусственно создать силу F_y , равную F , но направленную в противоположную сторону. Этого можно добиться, установив по линии действия силы

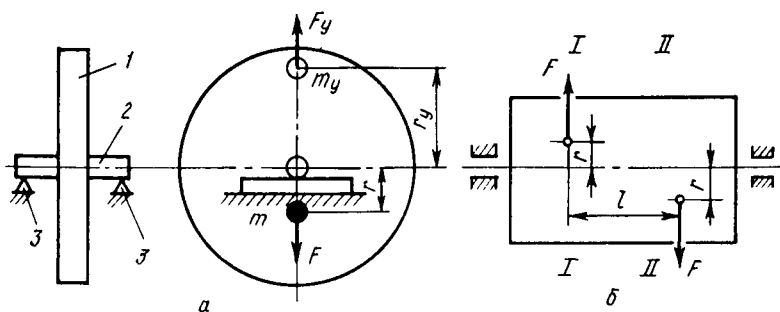


Рис. 64. Схемы уравнивания фрезерного инструмента:

а — статического; б — динамического

F (по другую сторону от оси вращения) противовес массой m_y на расстоянии r_y от оси вращения, подобрав величины m_y и r_y таким образом, чтобы соблюдалось равенство $mr\omega^2 = m_y r_y \omega^2$.

На практике статическую балансировку выполняют следующим образом (рис. 64, а). Фрезу 1 насаживают на оправку 2 и устанавливают на горизонтальные призматические параллели (ножи) 3 приспособления, точно установленного в горизонтальной плоскости. После нескольких качаний инструмент с оправкой останавливается в положении, когда центр массы располагается внизу. В верхней (более легкой) части фрезы, на вертикальном диаметре к корпусу фрезы прикрепляют грузик (обычно кусочек пластилина) и снова проверяют уравновешенность. Операцию повторяют несколько раз, добиваясь такого состояния, когда фреза с оправкой останавливается на параллелях в любом произвольном положении. После этого грузики снимают с корпуса фрезы и взвешивают. Произведение массы грузиков m_r на радиус их крепления r_r определяет величину дисбаланса (неуравновешенности фрезы):

$$D = m_r r_r. \quad (109)$$

Уравновешивают фрезу удалением (стачиванием, высверливанием) металла с тяжелой части фрезы в нерабочей зоне или установкой противовеса (например, ввинчиванием специального винта) в легкой части фрезы. В обоих случаях задаются расстоянием r_y , на котором будет установлена дополнительная или удалена излишняя масса, а затем вычисляют эту уравновешивающую массу

$$m_y = D/r_y. \quad (110)$$

Добиться идеального уравновешивания фрезы практически невозможно. Допускается остаточный дисбаланс фрез диаметром 120...180 мм величиной 3...5 г·см (30...50 г·мм). Для проведения статической балансировки необходим прибор ПБ (максимальный диаметр инструмента 400 мм).

Концевые фрезы, особенно незатылованные, требующие эксцентричного закрепления относительно оси шпинделя, должны тщательно балансироваться вместе с патроном.

Динамической балансировке должны подвергаться фрезы, у которых отношение длины к диаметру больше 0,2. В таком инструменте неуравновешенные массы могут находиться в нескольких плоскостях (поперечных сечениях фрезы). На рис. 64, б показан инструмент, в сечениях I и II которого расположены неуравновешенные массы m , одинаковые по величине и удаленные на одинаковые расстояния r , но в разные стороны от оси вращения. Такой инструмент уравновешен статически, силы инерции выделенных масс будут взаимно погашаться. Но этот инструмент не уравновешен динамически в отношении

момента, создаваемого силами инерции $M=Fl$. Неуравновешенный момент сил инерции так же, как и неуравновешенные силы, является источником вибрации и шума.

Любое число таких неуравновешенных масс в инструменте может быть уравновешено в двух произвольно выбранных плоскостях (сечениях), называемых плоскостями исправления. Выявить динамическую неуравновешенность в этих плоскостях можно только во время вращения инструмента на специальной балансировочной машине: величину и угловое положение уравнивающих грузов в плоскостях исправления, в качестве которых обычно выбирают торцевые поверхности инструмента.

Для балансировки дереворежущего инструмента используют балансировочные машины 9712 (масса инструмента 0,3...3,0 кг, частота вращения 2000...4000 мин⁻¹), 9713 (0,1...10 кг, 1000...4000 мин⁻¹), 9715Р (1...100 кг, 600...3200 мин⁻¹). При проведении динамической балансировки необходимо пользоваться техническим описанием или инструкцией по эксплуатации конкретной машины.

Приемы установки фрез в станках определяются видом фрезерного инструмента, конструкцией инструмента и станка. Основные требования к установке: простота операции, точность центрирования инструмента, надежность закрепления.

Способы крепления фрезерного режущего инструмента на шпинделях станков показаны на рис. 65.

При непосредственной посадке на шпиндель (рис. 65, а) фреза 3 упирается в буртик шпинделя 1 и зажимается гайкой 5. Для изменения положения фрезы по высоте используют простановочные кольца 2, прокладки или шайбы 4.

Если диаметр посадочного отверстия больше диаметра шпинделя, применяют посадку на шпиндель через втулку (рис. 65, б). Фрезу сначала закрепляют на втулке 6 гайкой 7, а затем втулку устанавливают на шпиндель и крепят затяжной гайкой.

В случае, когда шпиндель не имеет резьбы для крепления фрезы, используют цанговую оправку (рис. 65, в). Оправка имеет внутреннюю конусную разрезную 8 и наружную 9 втулки. Фрезу устанавливают на наружную втулку и крепят гайкой. Затем оправку с инструментом устанавливают на шпиндель и закрепляют, вращая верхнюю затяжную гайку. При этом наружная втулка смещается по внутренней конической, в результате чего разрезная ее часть плотно охватывает шпиндель.

Если шпиндель станка не имеет осевого регулировочного перемещения, фреза может крепиться в установочной головке, снабженной устройством для регулирования положения фрезы относительно рабочей поверхности стола (рис. 65, г). Положение головки 11 с фрезой регулируют при ослабленной внутрен-

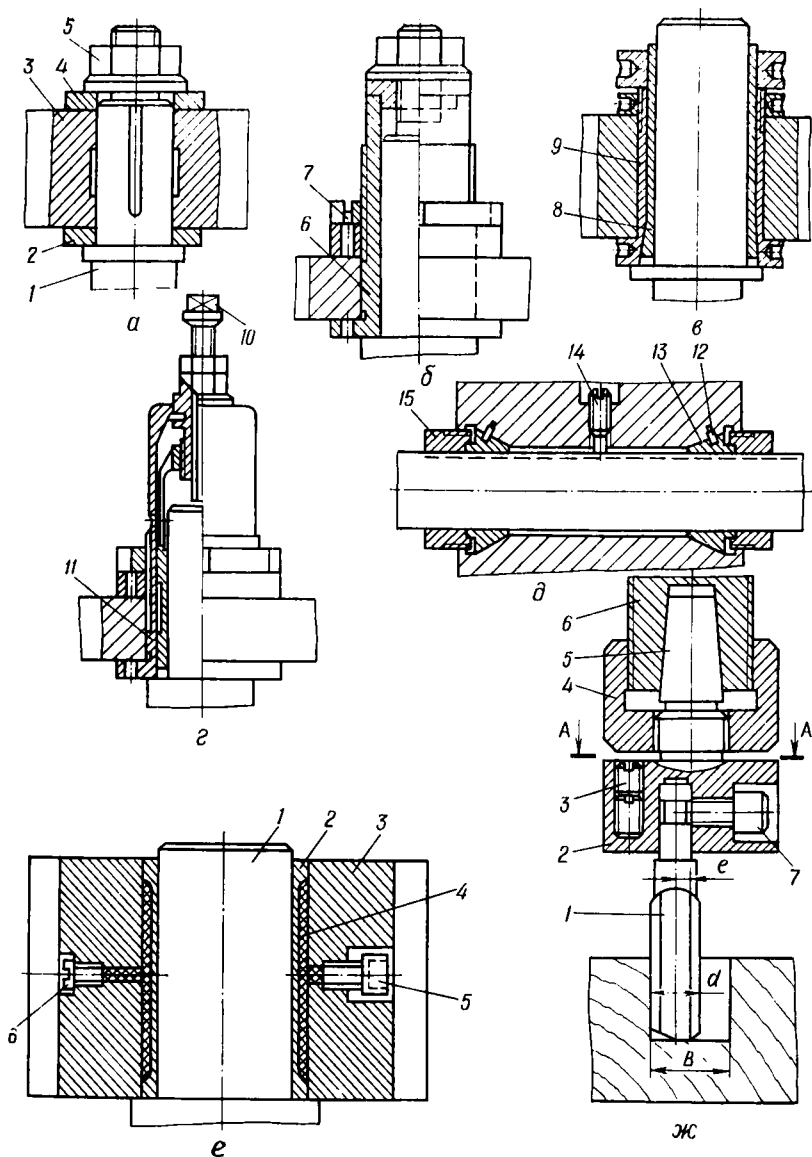


Рис. 65. Способы крепления фрезерного режущего инструмента на шпинделях станков:

а — непосредственной посадкой; *б* — посадкой через переходную втулку; *в* — цанговой оправкой; *г* — в установочной головке; *д* — двумя короткими конусными цангами; *е* — гидропластмассовым устройством; *ж* — в специальном эксцентричном патроне

ней втулке вращением винта 10, который упирается в торец шпинделя.

Распространено стандартное крепление (рис. 65, *д*) ножевой головки на горизонтальном шпинделе двумя короткими конусными цангами 13, зажимаемыми гайками 15. Штифты 12 в корпусе головки входят в прорези цанг, предотвращая их поворот. Направляющий винт 14 при ввинчивании входит в шпоночный паз шпинделя и служит для фиксирования головки и увеличения надежности передачи крутящего момента.

В зарубежных моделях станков получили распространение гидропластмассовые устройства для закрепления фрез на шпинделях (рис. 65, *е*). Тонкостенная втулка 2 запрессована в корпус фрезы 3. Внутренняя поверхность втулки одновременно является центрирующей и зажимающей. В полость между втулкой и фрезой под давлением нагнетается гидропластмасса 4. Давление создают вращением винта-плунжера 5. Для открепления фрезы давление в полости уменьшают, вывинчивая винт 6. Крепление обеспечивает повышенную точность центрирования фрезы на шпинделе 1.

Концевые фрезы затылованные крепят в цанговых патронах, незатылованные — в специальных патронах с эксцентриситетом z оси отверстия под инструмент относительно оси хвостовика патрона (рис. 65, *ж*). Фреза 1 удерживается в корпусе патрона 2 винтом 7. Хвостовик 5 патрона устанавливают в конусное отверстие шпинделя 6 и затягивают гайкой 4. В корпусе патрона имеется 6 отверстий для ввинчивания балансировочных винтов.

34. Конструкция и подготовка токарных резцов

Режущий инструмент токарных станков для обработки древесины — ручные и станочные токарные резцы, круглопалочных станков — сменные ножи ножевых головок (рис. 66).

Ручные токарные резцы при работе устанавливают на специальном подручнике и удерживают руками.

Для чернового точения применяют обдирочные резцы с полукруглым лезвием (на рис. 66, *а*, поз. 1) в виде желобчатой пластины с фаской. Ширина резца 3...50 мм, угол заострения 30...35°. Такими резцами можно работать с подачей на оборот до 3 мм при глубине точения не более 5 мм.

Для чистового точения используют резцы с косым лезвием (II). Ширина чистовых резцов (косяков) 6...5 мм, угол заострения лезвия 20...30°, скос лезвия относительно продольной оси резца 70...80°. Этими резцами можно работать с подачей на оборот 0,5...1,5 мм при глубине точения 1...2 мм.

Для обточки внутренних поверхностей применяют расточные резцы (крючки), часто имеющие криволинейную режущую кромку (III—V), для нарезки резьбы — резцы гребенки (VI).

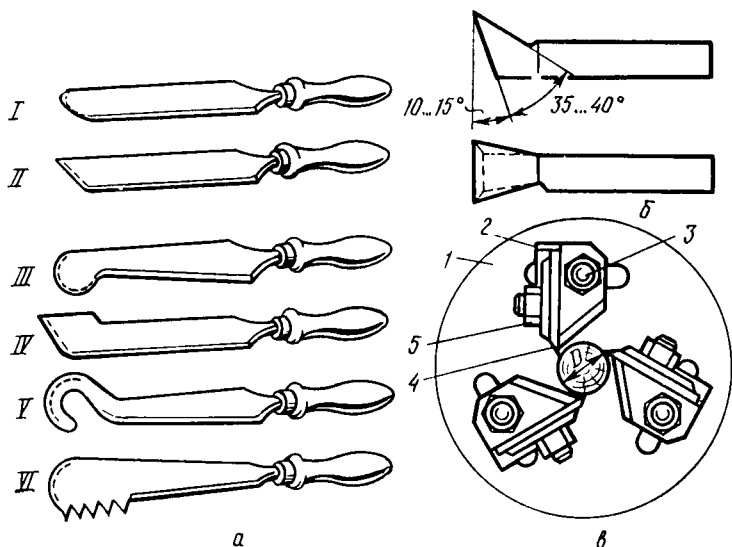


Рис. 66. Режущий инструмент для точения древесины:

а — токарные ручные резцы: *1* — с полукруглым лезвием для чистового точения; *II* — с прямым лезвием для чистового точения; *III–VI* — для фигурного точения; *б* — токарный станочный проходной резец для чистового точения; *в* — ножевая головка круглопалочного станка; *1* — корпус; *2* — резцедержатель; *3, 5* — болты; *4* — нож

Толщина плоской части ручных токарных резцов 3...4 мм, длина рабочей части 110...130 мм, общая длина с рукояткой 265 мм. При работе с подручником вершину лезвия располагают несколько выше оси центров токарного станка, придавая резцу такой уклон, чтобы поддерживался угол резания порядка 45...50°.

Станочные токарные резцы закрепляют в суппорте станка. В зависимости от назначения они подобно ручным резцам имеют различную геометрию режущей части. На рис. 66, *б* в качестве примера показан проходной чистовой резец. Наилучшие угловые параметры главного лезвия станочного токарного резца: $\alpha = 8...15^\circ$, $\beta = 30...40^\circ$, $\gamma = 45...55^\circ$.

Резцы круглопалочных головок — это сменные ножи ножевых головок круглопалочных станков, предназначенных для изготовления деталей цилиндрической формы или с плавно изменяющимся по длине детали диаметром. По существу ножи круглопалочных станков являются разновидностью станочных токарных резцов. Они закрепляются в головке (рис. 66, *в*) болтами. Режущая кромка со стороны входа заготовки имеет закругленную часть для плавного врезания.

Ручные токарные резцы изготавливают из углеродистых инструментальных сталей У10А, У12, для изготовления станочных

резцов применяют легированные (ХВГ, ШХ15) или быстрорежущие (Р6М5, Р9) стали. Ручные токарные резцы с одной фаской затачивают по задней поверхности, с двумя фасками — по передней и задней поверхностям. Станочные токарные резцы (проходные, отрезные и др.) затачивают со стороны задней и передней поверхностей. Для заточки токарных резцов применяют шлифовальные круги зернистостью 20...40, твердостью СМ1. После заточки резцы доводят на доводочном станке или вручную оселком. Ножи круглопалочных головок затачивают по передней фаске. Обычно используют универсальные заточные станки. Правильность заточки оценивают по форме лезвия (контролируется шаблоном) и остроте режущей кромки.

35. Конструкция и подготовка сверлильного и долбежного инструмента

Конструкция сверл и зенкоров. Конструкция сверла определяется его технологическим назначением: видом обрабатываемого материала, направлением сверления относительно волокон древесины или плоскости плиты (в пласть или в кромку), размерами отверстия или гнезда.

Зенкеры по принципу работы являются сверлильным инструментом, применяемым для частичного рассверливания отверстий (например, для выбора углубления под головку винта) или формирования фасонных выемок в деталях. Конструкции сверл и зенкоров показаны на рис. 67.

Сверла опиральные с центром и подрезателями (стальные по ГОСТ 22053—76 и твердосплавные по ТУ 2-035-631—78, ТУ 2-035-962—84) имеют типоразмеры с диаметром сверления 4...32 мм и длиной сверла 60...200 мм. Сверла цилиндрические спиральные с конической заточкой для сверления вдоль волокон (стальные по ГОСТ 22057—76) изготавливают короткие (длиной 45...145 мм при диаметре 2...12 мм) и длинные (длина 130...210 мм при диаметре 5...20 мм).

Сверла чашечные для высверливания сучков (стальные и твердосплавные по ТУ 2-035-594—77, ТУ 2-035-787—80 и др.) имеют диаметры 15...40 мм и длину 60...150 мм. Сверла цилиндрические пустотелые с выталкивателями для обработки пробок (по ТУ 2-035-862—82) выпускаются диаметром 20...45 мм. Зенкеры цилиндрические и конические, комбинированные со спиральными сверлами, при диаметрах сверла 3...12 мм образуют углубления диаметром 8...22 мм.

Сведения об инструментах для обработки продолговатых гнезд и пазов (концевых фрезах и гнездовых фрезах) были приведены ранее.

Подготовка инструмента. Заточка различных типов сверл и зенкоров требует выполнения различных приемов, а также

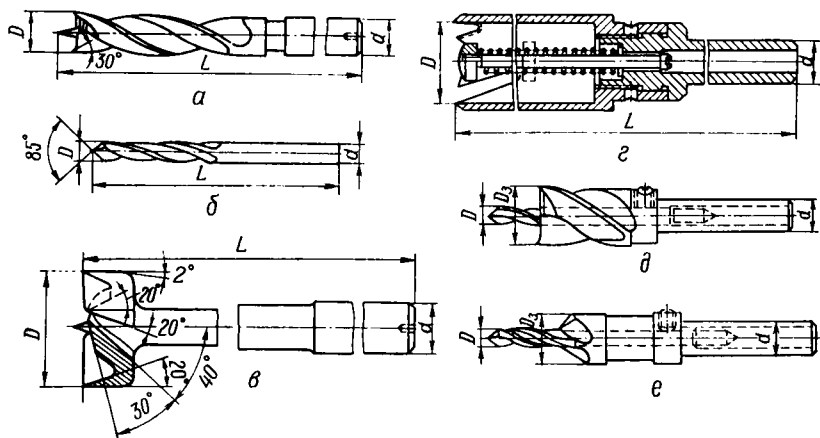


Рис. 67. Сверла и зенкеры:

а — спиральное сверло с центром и подрезателями для сверления поперек волокон древесины; *б* — спиральное сверло с конической заточкой для сверления вдоль волокон; *в* — чашечное сверло для высверливания сучков; *г* — цилиндрическое пустотелое сверло с выталкивателем для обработки пробок; *д* — комбинированный со сверлом цилиндрический зенкер; *е* — конический зенкер

применения приспособлений и шлифовальных кругов (подробно технология заточки изложена в руководящих материалах РИ 13-00).

Сверла с направляющим центром и подрезателями затачивают с задней стороны основных лезвий и внутренней стороны подрезателей и по граням пирамиды центра. Правильно заточенное сверло должно иметь направляющий центр с симметрично расположенными гранями и осью сверла, основные лезвия, расположенные на одном уровне, и подрезатели одинаковой формы. При конической заточке режущей части обе режущие кромки должны быть одинаковой длины и с одинаковым углом наклона к оси сверла.

Средняя часть поперечного ребра (перемычки) сверла должна совпадать с осью вращения, длина перемычки не должна превышать 1,5...2 мм. Торцевые поверхности сверла (задние поверхности лезвий) должны быть заточены под углом $\alpha = 15 \dots 25^\circ$ к поверхности вращения, описываемой режущими кромками сверла. Отклонения углов лезвия от номинальных значений не должны превышать 1° .

Для заточки применяются следующие оборудование и приспособления: универсально-заточный станок, приспособления для заточки сверл, контрольные шаблоны для проверки правильности заточки.

При установке в станок сверла с цилиндрическим хвостовиком закрепляют в патронах различных конструкций. Наиболее

распространены в практике деревообработки самоцентрирующие двух- и трехкулачковые патроны (диаметры хвостовиков сверл до 15...20 мм). Для закрепления сверл с постоянным диаметром хвостовика рекомендуется применять цанговые патроны, обеспечивающие высокую точность инструмента (соосность). Сверла с коническими хвостовиками закрепляют в конических втулках, являющихся частями шпинделей.

Шпиндели современных многошпиндельных сверлильных станков выполняются с резьбовыми отверстиями. Перед установкой в станок сверло сначала устанавливают в переходной втулке и закрепляют винтами, упирающимися в лыски хвостовика, затем втулку со сверлом ввинчивают в отверстие шпинделя гаечным ключом.

Гнездовые фрезы при установке в станки базируют по специальному пазу на коромысле долбежной головки и закрепляют болтами.

36. Конструкция и подготовка абразивного инструмента для шлифования древесины и отделочных покрытий

Для обработки древесины и древесных материалов применяют шлифовальные шкурки. Шлифовальную шкурку изготовляют нанесением на бумагу или ткань с помощью клеящих веществ (связки) равномерного слоя абразивных зерен. Связку абразивных зерен выбирают в зависимости от условий работы шкурки: при работе всухую — коллагеновый клей, с охлаждением — смолы. Абразивные зерна насыпают на основу по связке редко или плотно.

Абразивные шкурки характеризуются видом абразивного материала и размерами зерен (зернистостью). Наиболее часто из природных абразивных материалов применяют кремнь, гранит, кварц, из искусственных — электрокорунд нормальный и белый, карбид кремния зеленый и черный. Шлифовальную шкурку поставляют в рулонах (Р) и листах (Л). Размеры и зернистость шлифовальных шкурок для сухого шлифования с масляным, керосиновым или уайт-спиритовым охлаждением на бумажной основе определены ГОСТ 6456—82, на тканевой основе ГОСТ 5009—82.

Шкурку водостойкую на бумажной основе для шлифования с водяным или керосиновым охлаждением (ГОСТ 10054—82) выпускают в листах длиной 310 мм, шириной 230; 240 и 275 мм.

Для ленточного шлифования из рулона шкурки вырезают ленту необходимой длины и ширины. Склеивают концы ленты встык под углом 45° к кромке (рис. 68, а) или внахлестку под прямым углом к кромке (рис. 68, б). В первом случае концы шкурки наклеивают на полотняную ленту шириной 100...200 мм. Во втором случае на одном из склеиваемых концов

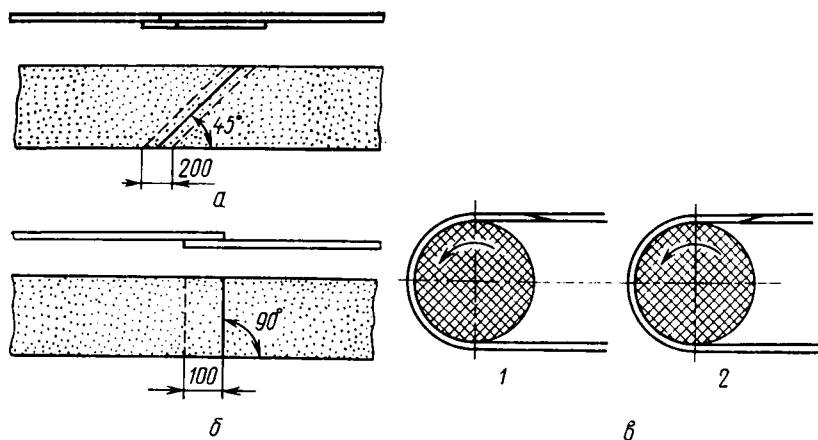


Рис. 68. Подготовка шлифовальных шкурок:

а — соединение ленты встык; *б* — то же, внахлестку; *в* — положение ленты на шкиве; *1* — правильное; *2* — неправильное

горячей водой удаляют абразивные зерна на длине 50...80 мм, на освобожденную основу наносят клей и накладывают другую конец ленты, шов зажимают и высушивают. Надевают ленту на шкивы так, чтобы наружный конец в шве был по ходу движения ленты (рис. 68, *в*). Способ навивки и закрепления ленты на шлифовальных цилиндрах определяется их конструкцией.

20. Зернистость шкурок для различных операций шлифования

Объект обработки шлифованием	Шлифование		
	первое	второе	третье
Древесностружечные плиты: для облицовывания строганым шпоном	40	25	16
	40	40	25
	40	16	—
	40	16	12
	40	16	—
	40	12	—
Столярные плиты	40	16	—
	25	12	2
Фанера	25	16	—
	16	12	—
Щиты, облицованные шпоном	16	12	8
	12	10	6
	80	40	25
Рамочные конструкции столярно-строительных изделий	80	25	20
Лакокрасочные покрытия: нитролаковые	5	4	—
	4	3	—

Рекомендации по выбору зернистости шкурки приведены в табл. 20. Марки шлифовальных шкурок на бумажной основе определяются свойствами бумаги-основы: 0-140 (П1), 0-200 (П2), 0-210 (П3), 0-235 (П4), ..., БШ-200 (П7), БШ-240 (П8). Цифровая часть марки указывает массу 1 м² бумаги в граммах. Например, 0-210—бумага, масса 1 м² которой составляет 210 ± ± 10 г. Чем больше цифра в условном обозначении бумаги, указанном в скобках, тем выше прочность бумаги (разрывная нагрузка) в продольном и поперечном направлениях и меньше удлинение при разрыве.

Шкурки на тканевой основе в деревообработке применяют реже, чем шкурки на бумажной основе: они дороже, имеют большее остаточное удлинение (недостаток при эксплуатации), хотя и более прочны.

37. Расчет потребного числа режущего инструмента

Из практических задач по инструментальному делу технологу наиболее часто приходится рассчитывать расходный фонд, т. е. необходимое на год число режущего инструмента. Эти расчеты выполняются по утвержденным нормам расхода для каждого вида инструмента (для мебельного производства — это РТМ 13-319-642—80 «Определение потребности в станочном дереворежущем инструменте». М., ВПКТИМ, 1980).

В случаях, для которых нормы расхода инструмента не разработаны, расходный фонд устанавливается расчетом по следующим формулам:

$$R = \frac{100T_{\text{год}}z}{(a/b)t + (100 - K)}; \quad T_{\text{год}} = lmT_{\text{см}}n, \quad (111)$$

где R — расход инструмента данного типоразмера на один станок в год, шт.; $T_{\text{год}}$ — число часов работы инструмента в год; z — число одинаковых инструментов в комплекте на один станок, шт.; a — величина допускаемого стачивания рабочей части режущего инструмента, мм; b — величина уменьшения рабочей части инструмента за одну переточку (a/b — возможное число переточек за срок службы инструмента), мм; t — продолжительность работы инструмента между двумя переточками; K — процент на поломку и непредвиденные расходы инструмента; l — число рабочих дней в году; m — число смен; $T_{\text{см}}$ — продолжительность смены, ч; n — коэффициент использования времени (загрузки станка).

Контрольные вопросы

1. На схеме ножеточильного станка укажите движения резания. 2. С какой целью задние поверхности профильных фрез затылуют по спирали Архимеда? В каких случаях выполняется косое затылование? 3. Как добиваются уравновешенности фрезы в статике? В каких случаях необходима динамическая балансировка фрезерного инструмента? 4. Расшифруйте маркировку шлифовального круга (взятого наугад в мастерской, в инструментальном

Инструмент	Продолжительность работы инструмента без переточки t , мин, при обработке			Величина уменьшения рабочей части инструмента за одну переточку b , мм	Величина допускаемого стачивания инструмента a , мм	Процент на поломку и непредвиденные расходы K
	древесины хвойных пород	древесины твердых лиственных пород	древесно-стружечных плит			
Пилы круглые из инструментальной стали	90	60	—	0,5 ... 0,7	20 ... 50	15
Пилы дисковые, оснащенные пластинами из твердого сплава	—	—	130	0,2 ... 0,3	6 ... 7	25
Пилы ленточные для распиловки древесины	40	—	—	0,3 ... 0,4	5 ... 50	40
Ножи плоские для фрезерования древесины из инструментальных сталей	210	140	—	0,2 ... 0,3	12 ... 15	5
Ножи сборных фрез, оснащенные пластинами из твердого сплава	—	—	90	0,15 ... 0,20	8 ... 10	10
Фрезы цельные и составные (насадные) из инструментальной стали	180	120	—	0,2 ... 0,3	15 ... 20	8
Фрезы цельные и составные оснащенные пластинами из твердого сплава	—	—	100	0,15 ... 0,25	3 ... 10	15
Фрезы концевые из инструментальной стали	150	100	—	0,15 ... 0,20	1 ... 2	20
Фрезы концевые, оснащенные пластинами из твердого сплава	—	—	30	0,15 ... 0,20	1 ... 2	25
Сверла спиральные из инструментальной стали	110	80	—	0,2 ... 0,3	15 ... 20	10
Сверла спиральные, оснащенные пластинами из твердого сплава	—	—	30	0,15 ... 0,25	3 ... 4	15
Сверла чашечные из инструментальной стали	90	—	—	0,2 ... 0,3	6 ... 8	5
Сверла чашечные, оснащенные пластинами из твердого сплава	—	—	20	0,2 ... 0,3	4 ... 6	10
Цепочки фрезерные	120	—	—	0,15 ... 0,20	2 ... 3	12

цехе на предприятии). 5. Какие задачи решает инструментальное хозяйство предприятия? 6. Как может быть организовано снабжение инструментом рабочих мест на предприятии? 7. Напишите формулу расчета потребного режущего инструмента на год. Как пользоваться при выполнении расчета справочными данными?

Раздел 3. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБОРУДОВАНИИ ПРЕДПРИЯТИЙ МЕБЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Глава 8. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОЧИХ МАШИН

38. Определение и классификация машин

Машина — это устройство, выполняющее механические движения для преобразования энергии, материалов, информации, а также для выполнения полезной работы. По выполняемым функциям машины можно разделить на следующие классы: энергетические машины, преобразующие любой вид энергии в механическую (машины-двигатели, машины-генераторы, турбины и т. д.); рабочие машины, служащие для преобразования формы, свойств и положения материала; информационные машины, перерабатывающие информацию, и кибернетические машины, заменяющие или имитирующие механические, физиологические или биологические процессы, присущие человеку или живой природе.

Рабочие машины разделяются на транспортные и технологические. Транспортной машиной называется рабочая машина, предназначенная для изменения положения перемещающего объекта. В технологической машине преобразование материала состоит в изменении его форм, свойств и положения. Всякая развитая рабочая машина состоит из двигательного, передаточного и исполнительного механизмов. Исполнительный механизм является основным, который определяет технологические возможности машины, производительность, степень универсальности и качество обработки.

По функциональному назначению исполнительный механизм может быть механизмом резания, давления, подачи, транспортировки, зажима, сортировки, автоматического счета, взвешивания, упаковки, управления, контроля и регулирования.

В работе рабочих машин наблюдается определенная цикличность, когда периоды непосредственной обработки объекта чередуются с периодами подготовки объекта к обработке и удаления его из рабочей зоны, т. е. механизмы станка (машины) совер-

шают главное и вспомогательное движения. Длительность цикла определяется по формуле

$$T = t_{p.x} + t_{x.x},$$

где $t_{p.x}$ — длительность рабочего хода; $t_{x.x}$ — длительность холостого хода.

Главным движением, например при обработке детали на рейсмусовом станке, является непосредственная обработка поверхности резанием. К вспомогательным движениям относятся установка детали на переднем столе, подача ее к ножевому валу, перемещение по заднему столу после окончания обработки. Суммарная длительность хода зависит от наличия грузочно-разгрузочных устройств и их быстродействия или от квалификации рабочего-станочника.

Главные движения в технологическом оборудовании выполняет сама машина. Вспомогательные движения могут выполняться как машиной, так и человеком. Если все главные и вспомогательные движения выполняются самой машиной и для повторения цикла не требуется вмешательства человека, то машина называется автоматом. Если машина работает в автоматическом режиме, но для повторения цикла требуется вмешательство человека, то она называется полуавтоматом. Такими неавтоматизируемыми операциями чаще всего являются загрузка заготовок и съём обработанных изделий, режущая ориентация и зажим.

Одним из определяющих признаков автоматов и полуавтоматов является тип системы управления, которая обеспечивает выполнение программы работы в течение рабочего цикла.

Программа работы машины — это совокупность команд, которые она должна выполнить. Система управления представляет собой совокупность механизмов и устройств, которые обеспечивают по заданной программе во времени воздействие рабочих органов механической системы отдельной машины-автомата или автоматической линии. Первыми были системы управления на механической основе, в которых программносителями были распределительный вал с кулачками, копиры, упоры. Более совершенными являются системы программного управления, которые обладают большой мобильностью и служат базой для создания как автоматов, автоматических линий, так и гибких производственных систем (ГПС).

Автоматические станки, расположенные в технологической последовательности, объединенные общими средствами транспортировки, управления, загрузки и удаления обработанных изделий, образуют систему, называемую автоматической линией. Каждый автомат, встроенный в линию, выполняет определенный рабочий ход. Холостые ходы в линии выполняются механизмами межстаночной транспортировки, изменения ориентации, накопления и т. д.

Если станки, составляющие систему машин, работают независимо при индивидуальном обслуживании с последовательной передачей обрабатываемого изделия, то такая линия называется поточной.

Классификация и индексация оборудования. Деревообрабатывающее оборудование классифицируют по производственному, конструктивному и технологическому признакам. По производственному признаку различают станки общего назначения и специальных производств (мебельное, сушильное, спичечное, лесопильное, плитное, фанерное и т. д.), которые применяются только в данном производстве. Станки общего назначения применяются в различных производствах в зависимости от потребности как вспомогательное оборудование. Рабочие машины подразделяют в зависимости от вида выполняемых ими технологических операций (отделочная, клеильно-сборочная, фрезерная, токарная, шлифовальная, полировальная, сверлильная и др.). По конструктивным признакам машины могут быть: одно- и многошпиндельные; индивидуальной композиции и агрегатные; вертикальной, горизонтальной, рядной или круговой компоновки; полумеханизированные, механизированные, автоматы и полуавтоматы. По технологическим признакам машины подразделяют: на позиционные, проходные и позиционно-проходные; одно- и многопредметные или одно- и многопоточные; одно- и многопозиционные; одно- и многосторонние.

Для деревообрабатывающих станков принята буквенная индексация станков с цифровой характеристикой одного из основных параметров станка, иногда с указанием модели. Буквы в индексации указывают тип и основной признак.

Буквенная индексация

Круглопильные станки для продольной распиловки с конвейерной подачей	ЦДК
Круглопильные станки для поперечной распиловки, суппортные с автоматизированной подачей	ЦПА
Ленточные стлярные станки	ЛС
Фуговальные станки	СФ
Фрезерные станки	Ф
Рейсмусовые станки	СР
Четырехсторонние продольно-фрезерные станки	С
Фрезерные станки с верхним расположением шпинделя	ВФК
Фрезерные станки с шипорезной кареткой	ФШ
Сверлильные станки	Св
Шлифовальные станки	Шл
Шипорезные станки:	
односторонние	ШО
двусторонние	ШД
Сверлильно-фрезерные станки	СВПГ
Долбежные станки	ДБА
Линии для обработки брусковых деталей	МОБ
Линии лакирования	МЛН
Лаконаливные машины	ЛМ
Станки для крашения пластей щитов	КЩ

39. Основные понятия теории производительности машин

Производительность машины (станка) определяет количество производственной продукции в единицу времени, выраженную в минутах, часах, сутках и т. д. Оценка количества продукции может быть в штуках, погонных метрах, квадратных метрах, единицах объема.

Различают технологическую, цикловую и фактическую производительность. Технологическую производительность можно определить еще при конструировании, выбирая метод и последовательность обработки, технологические базы, режущий инструмент, режим работы. По этим данным определяют длительность рабочих ходов, а затем технологическую производительность по формуле

$$Q_T = 1/t_{p.x} = S_o n/l, \quad (112)$$

где l — длина заготовки, мм; S_o — подача, мм/об; n — частота вращения шпинделя, мин⁻¹.

Технологическая производительность показывает число обработанных деталей при условии отсутствия каких-либо потерь. Это производительность идеальной машины, в которой полностью совмещены рабочие и холостые ходы. На практике в технологическом процессе появляются несовмещенные периоды загрузки, перемещения, зажима и т. д., которые снижают возможности, заложенные в технологии. Производительность снижается за счет внутренних потерь на холостые ходы.

Цикловая производительность. Длительность рабочего цикла T определяет цикловую производительность Q_u рабочей машины:

$$Q_u = 1/T = 1/(t_{p.x} + t_{x.x}). \quad (113)$$

При $t_{x.x} = 0$ цикловая производительность будет равна технологической.

$$Q_u = \frac{1}{(1/Q_T) + t_{x.x}} = Q_T \frac{1}{1 + Q_T t_{x.x}} = Q_T K_n. \quad (114)$$

Величина K_n называется коэффициентом производительности, который характеризует конструктивное совершенство данной машины.

$$K_n = Q_u/Q_T = t_{p.x}/T. \quad (115)$$

Если расчетная величина $Q_T = 10$ шт/мин, действительная величина при наличии холостых ходов $Q_u = 4$ шт/мин, то $K_n = Q_u/Q_T = 0,4$. Это означает, что лишь 40 % времени цикла составляют рабочие ходы, а 60 % — холостые. Чем выше степень непрерывности технологического процесса, тем совершеннее конструктивное решение.

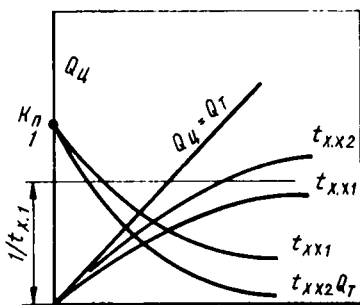


Рис. 69. Зависимость коэффициента производительности и цикловой производительности от технологической с различными значениями $t_{х.х}$

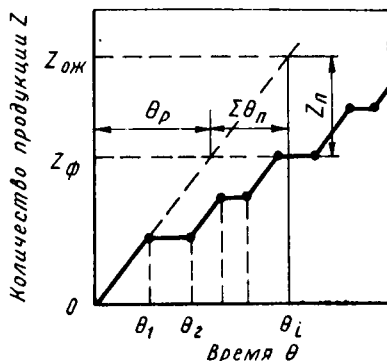


Рис. 70. Диаграмма работы и простоев машины

Технологическая и цикловая производительности характеризуют машину с точки зрения прогрессивности технологического процесса и конструктивного совершенства. В зависимости от величины Q_t и $t_{х.х}$ $1,0 \geq K_p \geq 0$. В станках непрерывного действия $t_{х.х} = 0$, тогда $K_p = 1$. Если принять $t_{х.х} = \text{const}$, то с увеличением Q_t , т. е. с уменьшением $t_{р.х}$, коэффициент производительности K_p уменьшается.

Для повышения цикловой производительности наряду с повышением интенсивности рабочего процесса, т. е. уменьшением $t_{р.х}$, рекомендуется и уменьшать длительность холостого хода $t_{х.х}$. Приведенные зависимости показывают (рис. 69), что с увеличением технологической производительности цикловая производительность стремится к пределу $1/t_{х.х}$ и чрезмерная интенсификация рабочего процесса не дает желаемого результата.

$$Q_{ц\max} = \lim_{Q_t \rightarrow \infty} Q_{ц} = \lim_{Q_t \rightarrow \infty} \frac{Q_t}{(Q_t t_{х.х} + 1)} = 1/t_{х.х}.$$

При уменьшении $t_{х.х}$, т. е. $t_{х.х} \rightarrow 0$

$$Q_{ц\max} = \lim_{t_{х.х} \rightarrow 0} \frac{Q_t}{(Q_t t_{х.х} + 1)} = Q_t.$$

Таким образом, для постоянного увеличения цикловой производительности необходимо наряду с увеличением Q_t сокращать $t_{х.х}$.

Фактическая производительность. При работе машины в производственных условиях можно заметить, что наряду с выпуском продукции наблюдаются периоды, когда машина простаивает по различным причинам или идет брак. Простой по функциональным признакам можно разделить на пять

видов: оборудованию, инструменту, организационным причинам, браку, перналадке.

При определении производительности любое время, в течение которого не происходит непосредственно обработка, считается потерями, так как это приводит к потере фактической производительности. Поэтому потери, связанные с выполнением цикла, называются цикловыми и учитываются коэффициентом производительности. Потери как технического, так и организационного характера называются внецикловыми ($\Sigma\theta_n$). Поэтому названные простои делятся на собственные (по оборудованию и инструменту) и организационно-технические. Внецикловые потери и холостые ходы оказывают существенное влияние на производительность. Если холостые ходы регламентированы по продолжительности и месту в цикле, то внецикловые потери являются случайными величинами.

Действительный характер работы машины или автоматической линии можно представить графически (рис. 70). При работоспособном состоянии машины и отсутствии простоев количество выпущенной продукции пропорционально проработанному времени с соблюдением постоянства рабочего цикла ($T = \text{const}$). Это условие на диаграмме отражено прямой наклонной линией. При наличии простоя линия графика горизонтальная. После устранения неисправности выпуск продукции возобновляется с начальной интенсивностью.

Количество выпущенной годной продукции пропорционально времени работы θ_p : $Z_\phi = \theta_p / T$.

Простои снижают производительность и фактический выпуск продукции Z_ϕ меньше ожидаемого $Z_{ож}$ на величину Z потерь.

Если исходить из общего определения производительности как количества выпущенной продукции в единицу времени, то получим

$$Q_\phi = Z_\phi / \theta, \text{ где } \theta = \theta_p + \Sigma\theta_n. \quad (116)$$

Подставив значения Z_ϕ и θ в формулу производительности и проведя некоторые преобразования, получим

$$Q_\phi = (1/T) \frac{\theta_p}{\theta_p + \Sigma\theta_n} = (1/T) \frac{1}{1 + \Sigma\theta_n/\theta_p} = \frac{1}{T + \Sigma\theta_n T/\theta_p}.$$

Второе слагаемое в знаменателе $\Sigma\theta_n/Z_\phi = \Sigma t_n$ отражает величину потерь, приходящихся на единицу продукции, а первое слагаемое $T = t_{p.x} + t_{x.x}$. Тогда фактическая производительность будет равна

$$Q_\phi = \frac{1}{t_p + t_{x.x} + \Sigma t_n}.$$

Величина $\theta_p/\theta_p + \Sigma\theta_n$ называется коэффициентом использования $K_{и}$. Он характеризует качество работы ма-

шины, уровень ее эксплуатационной надежности и степень загрузки.

Выражая фактическую производительность через коэффициент использования, получим

$$Q_{\Phi} = (1/T) K_{\Pi} = Q_{\Pi} K_{\Pi}. \quad (117)$$

Коэффициент использования является комплексной характеристикой и определяется произведением двух коэффициентов: коэффициента технического использования $K_{\text{т.и}}$ и коэффициента загрузки K_z . Если выделить потери собственные $\Sigma\theta_c$ и по организационно-техническим причинам $\Sigma\theta_{o.т}$, то

$$K_{\Pi} = [\theta_p / (\theta_p + \Sigma\theta_c)] \cdot [(\theta_p + \Sigma\theta_c) / (\theta_p + \Sigma\theta_c + \Sigma\theta_{o.т})] = K_{\text{т.и}} K_z.$$

Коэффициент технического использования показывает, какую долю фонда времени машина или автоматическая линия будет работать и выпускать продукцию при условии отсутствия организационно-технических простоев и какую долю времени простаивает по собственным причинам. Он характеризует прежде всего надежность машины и инструмента. При $K_{\text{т.и}} = 0,9$ машина 90 % фонда времени работает и выпускает продукцию, а 10 % простаивает для устранения отказов и смены инструмента при условии полного обеспечения заготовками, инструментом, электроэнергией, соблюдении трудовой и производственной дисциплины рабочими и обслуживающим персоналом.

Коэффициент загрузки показывает, какую долю планового фонда времени машина работает, ремонтируется, наладывается и какую простаивает по организационным причинам. Так, $K_z = 0,8$ показывает, что 80 % фонда времени машина работает, простаивает для устранения отказов, а 20 % простаивает при полной исправности механизмов по организационно-техническим причинам.

Фактическая производительность всегда ниже цикловой вследствие наличия внецикловых потерь: $Q_{\Phi} < Q_{\Pi} < Q_{\text{т.}}$

Фактическую производительность, шт/смена, рассчитывают по следующим формулам:

для станков проходного типа

$$Q = \theta_{\text{см}} v_s K_{\Pi} K_{\text{т.и}} p / (Li); \quad (118)$$

для станков циклового типа

$$Q = \theta_{\text{см}} K_{\Pi} p / T, \quad (119)$$

где v_s — скорость подачи, м/мин; $\theta_{\text{см}}$ — продолжительность смены, мин; p — число одновременно обрабатываемых деталей; i — число проходов; T — длительность цикла.

40. Производительность общественного труда

Производительность труда — это количественная характеристика, определяемая отношением количества выпущенной продукции W за некоторый промежуток времени к трудовым затратам для выпуска данного количества продукции T :

$$A = W/T.$$

Трудовые затраты можно выразить в различных единицах (затраченное время, число работающих: человеко-часы и т. д.). Наиболее удобна денежная форма выражения. Величина, обратная производительности труда, определяет себестоимость продукции

$$C = T/W.$$

Общие трудовые затраты включают в себя единовременные затраты прошлого труда T_n на конструирование и изготовление линии (машины), ее перевозку, монтаж, отладку, проектирование и сооружение производственного помещения и т. д., текущие затраты прошлого труда T_a на создание предмета труда (электроэнергия, сырье, инструмент, ремонт и т. д.) и затраты живого труда T_j на обслуживание машины.

Если в процессе эксплуатации производительность машин не меняется, то

$$W = NQ_r; \quad T = T_n + N(T_a + T_j),$$

где N — календарная длительность эксплуатации, год; Q_r — годовой выпуск продукции.

Тогда

$$A = \frac{NQ_r}{T_n + N(T_a + T_j)}.$$

Размерность производительности труда зависит от принятых единиц измерения выпущенной продукции и трудовых затрат и может быть шт/чел.-ч, шт/р., р/р.

Уровень производительности труда можно определить с учетом масштаба производства. При оценке производительности труда в данном производстве учитываются все затраты прошлого труда T_n и T_a . Если оценивать уровень производительности труда на данной операции, а следовательно, прогрессивность машины, то в текущих эксплуатационных затратах учитываются лишь затраты на эксплуатацию машины T_a (инструмент, энергия, ремонт).

При определении уровня производительности труда рабочего затраты прошлого труда не учитываются, т. е. $T_n = 0$ и $T_a = 0$. Тогда

$$A = Q_r/T_j = A_j.$$

Это уже производительность не общественного труда, а живого труда, т. е. выработка на одного производственного рабочего. Эта формула не отражает затраты труда на создание производства, сырья, инструмента, оборудования и обеспечение его работоспособности. В данном случае производительность труда зависит от производительности оборудования, совершенства технологического процесса и уровня себестоимости продукции.

41. Дифференциация и концентрация операций

Одним из направлений повышения производительности труда является дифференциация общего объема обработки детали на отдельные операции и концентрация их на одном или нескольких станках, составляющих станочную линию. Таким образом, современные агрегатированные машины и автоматические линии создаются на основе дифференциации технологического процесса на n операций с последующей концентрацией их на машине или станочной линии, что позволяет резко повысить производительность.

Многооперационную обработку осуществляют тремя методами: последовательного, параллельного и смешанного агрегатирования. Правильное использование законов агрегатирования позволяет успешно решать задачу определения степени дифференциации и концентрации операций и оптимального числа позиций машины или автоматической линии.

Последовательное агрегатирование осуществляется при сложных и трудоемких процессах, требующих последовательной обработки различными инструментами. Дифференциация процесса осуществляется таким образом, чтобы каждая позиция характеризовалась одинаковой длительностью обработки. Обработка ведется на всех позициях одновременно. В обработке находится число деталей, равное числу позиций. Последовательное агрегатирование может быть линейное и круговое (рис. 71, а). Детали одного наименования обрабатываются одновременно на q позициях. Весь технологический процесс разделен на q операций. В этих условиях при выполнении технологического процесса на автоматической линии или много-

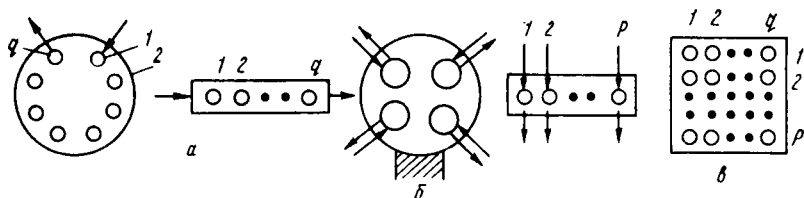


Рис. 71. Схемы агрегатирования:

а — последовательного; б — параллельного; в — смешанного

операционном станке технологическое время по сравнению с временем до разбивки на позиции уменьшится в q раз, а приведенные внецикловые потери возрастут в q раз. Тогда производительность при агрегатировании определяется по формуле

$$Q_{\text{агр}} = \frac{1}{1/Q_{\tau}q + t_x + qt_{\text{пр}}} = \frac{Q_{\tau}q}{1 + Q_{\tau}q(t_x + qt_{\text{пр}})},$$

где Q_{τ} — технологическая производительность всего процесса до деления на операции; $t_{\text{пр}}$ — приведенные внецикловые потери.

Оптимальное число позиций q при максимальной производительности Q_{max} определится, если взять частную производную $\partial Q/\partial q$ и приравнять ее к нулю. Тогда $q_{\text{опт}} = \sqrt{1/(Q_{\tau}t_{\text{пр}})}$.

При увеличении числа позиций поточной линии q производительность монотонно возрастает. При последовательном агрегатировании возникают ограничения. Из формулы видно, что максимальное число позиций определяется величиной технологического времени до разбивки на позиции и временем внецикловых потерь.

Параллельное агрегатирование (рис. 71, б) осуществляется при выполнении малотрудоемких работ, где дробление операций нецелесообразно. При параллельном агрегатировании одна и та же операция выполняется одновременно на p позициях. Параллельное агрегатирование сводится к объединению в одной машине нескольких одинаковых агрегатов. Длительность обработки на отдельных агрегатах совмещается так, что за длительность обработки одной детали обрабатывается p деталей.

При отсутствии внецикловых потерь производительность возрастала бы с ростом числа позиций p . Однако интенсивность роста производительности замедляется и она, не имея максимума, стремится к некоторому пределу при $p \rightarrow \infty$.

$$Q_{p\text{max}} = \lim_{p \rightarrow \infty} \frac{pQ_{\tau}}{1 + Q_{\tau}(t_{x. x} + pt_{\text{пр}})} = 1/t_{\text{пр}}.$$

Анализ формул показывает, что производительность нельзя повысить значительно только за счет увеличения числа позиций.

Смешанное агрегатирование (рис. 71, в) совмещает в себе параллельное и последовательное, когда обработке подвергаются одновременно qp деталей. Значит, q операций выполняется по последовательной, а p — по параллельной схемам. Производительность оборудования будет

$$Q_{pq} = \frac{Q_{\tau}pq}{1 + Q_{\tau}q(t_{x. x} + pq + t_{\text{пр}})}.$$

Эта функция имеет максимум при q_{\max} , что можно определить, если взять производную $\partial Q_{pq}/\partial q$ и приравнять ее к нулю:

$$q_{\max} = \sqrt{1/(\bar{p}\bar{Q}_T\bar{f}_n)}. \quad (120)$$

Приведенные зависимости показывают, что максимальная производительность будет при определенном значении q_{\max} . С увеличением числа параллельных потоков повышается производительность и снижается q_{\max} . В многопоточных машинах с жесткой связью потоков неправильный выбор $q_{\text{опт}}$ приводит к значительному снижению производительности.

42. Точность станков

При механической обработке древесины или древесных материалов детали придают заданную чертежом форму и размеры. Оценивается работа качеством, т. е. степенью соответствия формы, размеров и шероховатостью поверхности.

Технологической точностью обработки называют степень соответствия размеров и формы полученной детали размерам и форме, заданным чертежом. Всякое отклонение от заданных геометрических размеров или формы представляет собой ошибку в размерах или форме.

При изготовлении деталей даже на хорошо настроенных станках по разным причинам всегда имеет место рассеивание действительных размеров деталей. Это является следствием внутренних и внешних воздействий на сам технологический процесс (вибрации, упругие деформации системы станок — приспособление — инструмент — деталь, неоднородность материала, состояние инструмента и т. п.).

Для нормальной работы сопряжений и механизма в целом нет необходимости, чтобы действительный размер точно совпал с номинальным. Это несовпадение должно быть небольшим и лимитируется допуском — разностью между наибольшим и наименьшим предельными размерами. На чертежах указывают обычно отклонение (верхнее, нижнее) — алгебраическая разность между размером действительным, предельным и соответствующим номинальным.

Выдерживание заданных размеров в пределах поля допуска должно обеспечивать полную или неполную взаимозаменяемость, что удешевляет проектно-конструкторские работы при создании новых изделий, упрощает изготовление и удешевляет эксплуатацию за счет ускорения ремонта и повышения его качества.

Совокупность допусков, соответствующих одинаковой степени точности для всех номинальных размеров, называется квалитетом. В металлообработке для гладких соединений по ГОСТ 25346—82 устанавливается 19 квалитетов: от 01 до 17.

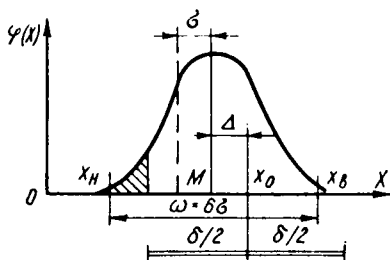


Рис. 72. Кривая плотности распределения размеров с полем рассеивания ω и величиной допуска δ

В деревообработке по ГОСТ 6449—76 предусмотрено 9 квалитетов: от 10 до 18. Стандартный допуск того или иного квалитета обозначается сочетанием букв IT (между-

народный допуск) с номером квалитета, например, IT5, IT12, IT16 и т. д.

На практике размеры в партии деталей одного и того же вида, обрабатываемые на одном станке, различаются и образуют поле рассеивания размеров, что определяет численное значение точности станка. Плотность распределения $\varphi(t)$ этих размеров (рис. 72) подчиняется нормальному закону распределения и характеризуется средней квадратичной величиной

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum (X - M)^2 m}{n - 1}}, \quad (121)$$

где X — средняя величина в интервале; M — математическое ожидание (среднее значение размера всей партии деталей); n — общее число деталей; m — число деталей в интервале.

Величина поля рассеивания ω с достаточной точностью и полной охвата исследуемых величин ограничивается $\delta\delta$, что включает в себя 99,73 % общего числа вариантов.

Величина допуска δ может быть больше, равна или меньше поля рассеивания ω . Целью размерной настройки является обеспечение совпадения центра допуска X_0 с серединой поля рассеивания M размеров партии деталей. Величина несовпадения $M - X_0 = \Delta$ называется погрешностью размерной настройки.

Величина площади фигуры, заштрихованной на рис. 78 и вышедшая за пределы поля допуска, характеризует величину брака. В данном случае бракованные детали имеют размеры меньше допустимых; значит, брак неисправимый.

Величина допуска зависит как от задаваемой точности (квалитета), так и от номинального размера. Допуск δ определяется как произведение единицы допуска i на коэффициент a , называемый числом единиц допуска: $\delta = ia$. Для размеров до 500 мм единицу допуска определяют по формуле

$$i = 0,45 \sqrt[3]{D} \pm 0,001D, \quad (122)$$

где D — номинальный размер, мм; i — единица допуска, мкм.

Деревообрабатывающие станки, обеспечивающие обработку деталей по 10...18 квалитетам, по точности делят на 4 класса. Станки 1-го класса могут обеспечить обработку деталей по 10-му и 11-му квалитетам, станки 2-го класса — по 12-му, 13-му и 14-му квалитетам, станки 3-го и 4-го классов — соответственно по 15-му, 16-му, 17-му и 18-му квалитетам. Поле рассеивания размеров при обработке на станках того или иного класса должно быть несколько меньше ($\approx 0,9 \delta$) допуска соответствующего квалитета.

Геометрическая точность станка определяется степенью отклонений размерных параметров и формы элементов станка, влияющих на качество механической обработки деталей. Погрешности обработки по причине геометрических отклонений в элементах станка в общем балансе погрешностей занимают относительно небольшую часть (20...25 %). Хотя на технологическую точность геометрические погрешности станка не всегда оказывают влияние, но к ухудшению качества обработки они приводят. Поэтому станки проверяют на геометрическую точность по соответствию требованиям ГОСТ и методике, приводимой в технических паспортах используемого оборудования.

Существуют стандартные виды проверок на геометрическую точность: непрямолинейность базовых поверхностей столов, направляющих линейек, направляющих станин; непараллельность столов, валов, направляющих; перпендикулярность, несоосность, радиальное биение; осевое биение валов; лобовое биение дисков; радиальное и осевое смещение шпинделей; поперечное смещение суппортов в направляющих.

Для проверки геометрической точности станков применяют специальные инструменты: поверочные линейки стальные или чугунные прямоугольного сечения 2-го и 3-го классов точности; металлические угольники 2-го и 3-го классов точности; щупы или калиброванные плитки 2-го класса точности; уровни слесарные, валовые и рамные 2-й и 3-й групп точности; индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм; индикаторные нутромеры и штихмассы с ценой деления 0,01 мм; контрольные оправки цилиндрические и дисковые; цилиндрические оправки с коническим хвостовиком и центровые без хвостовика (отклонение от цилиндричности в оправках не должно превышать 0,005 мм); дисковые оправки круглые и удлинённые, изготовленные из закаленной стали (отклонение от плоскостности и параллельности широких граней не должно превышать 0,02 мм).

Результаты проверки на геометрическую точность заносят в таблицу проверки. Типовые методы проверки и средства измерения для их проведения показаны в табл. 22. В таблице приведены общие нормы допускаемых погрешностей для станков повышенной (П) и нормальной (Н) точности.

22. Проверка геометрической точности оборудования

Проверяемая величина	Метод проверки и средства измерения	Эскиз	Допустимые отклонения, мм
Отклонение от плоскостности и прямолинейности рабочих поверхностей	На проверяемую поверхность в поперечном, продольном направлениях и по диагонали при проверке плоскостности, а при проверке прямолинейности в продольном направлении устанавливают плоско-параллельные концевые меры длины или щупы одинаковой толщины. На них проверочной гранью кладут проверочную линейку. Просвет между поверхностью и гранью линейки измеряют щупом		(0,1 ... 0,2)/1000 мм длины. Выпуклость не допускается
Радиальное биение и поперечное смещение	Индикатор устанавливают на жесткую опору, а его мерительный штифт подводят к боковой поверхности проверяемого элемента. При проверке биения проверяемый элемент проворачивают на полный оборот, а при определении смещения проверяемый элемент рычагом или от руки смещают на штифт индикатора		0,03 для опорных шайб круглошлифовальных станков; 0,25 ... 0,35 для ободов шкивов
Торцевое биение и осевое смещение	Индикатор устанавливают на жесткую опору, а его мерительный штифт подводят к торцевой поверхности проверяемого элемента. Дальнейшая проверка аналогична проверке радиального биения и поперечного смещения		0,03 ... 0,1
Отклонение от параллельности рабочих поверхностей неподвижных	Индикатор устанавливают на одну из поверхностей в двух крайних положениях, а его мерительный штифт подводят к второй поверхности		(0,1 ... 0,2)/1000 мм
То же, подвижной плоскости	Индикатор устанавливают на одну из поверхностей или в жесткую опору, а его мерительный штифт подводят к подвижной плоскости. В начале и конце хода подвижной плоскости производят отсчеты		(0,2 ... 0,4)/1000 мм
Отклонение от перпендикулярности рабочих поверхностей	Угольник устанавливают одной гранью на основную плоскость, вторую грань подводят к смежной плоскости. Зазор между гранью угольника и проверяемой плоскостью измеряют щупом		(0,2 ... 0,5)/1000 мм
Отклонение перпендикулярности оси шпинделя поверхности	Индикатор закрепляют на шпинделе так, чтобы его штифт касался базовой поверхности. Затем поворачивают шпиндель на полный оборот, снимая показания индикатора		0,1/200 ... 300 мм длины
Отклонение от соосности валов	Индикатор укрепляют на конце одного проверяемого вала так, чтобы его штифт касался поверхности другого вала. Затем поворачивают первый вал на полный оборот, снимая показания индикатора		0,03 для быстроходных валов; 0,1 для остальных

43. Надежность машин

Надежность является категорией качества. Повышение надежности современного оборудования является одной из важнейших народнохозяйственных задач. У нас ежегодно на восстановление работоспособности машин расходуются средства в ряде отраслей значительно большие, чем ее начальная стоимость. Низкая надежность является причиной снижения производительности как самой машины, так и производительности труда. С точки зрения надежности машина может находиться в работоспособном или неработоспособном, исправном или неисправном состоянии.

Работоспособное состояние — работоспособность — состояние изделия, при котором значения всех параметров, характеризующих его способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической документации (НТД). При несоответствии требованиям НТД хотя бы одного параметра, характеризующего способность машины выполнять заданные функции, состояние ее будет неработоспособное.

Исправное состояние — исправность — состояние изделия, при котором оно удовлетворяет всем требованиям НТД. Если изделие не удовлетворяет хотя бы одному из требований НТД, оно считается неисправным.

Переход машины (изделия) из одного состояния в другое фиксируется событиями: повреждением или отказом. Повреждение — событие, заключающееся в нарушении исправности машины при сохранении ее работоспособности. Отказ — событие, заключающееся в нарушении работоспособности машины.

По характеру возникновения отказы делятся на внезапные и постепенные (изнашивание, старение, загрязнение, коррозия), по времени возникновения в период эксплуатации — на приработочные, при нормальной эксплуатации, износные, по воздействию на технологический процесс — на функциональные и параметрические, по возможности устранения — на устранимые или неустраняемые отказы.

Отказ является вероятностным событием, что определяет надежность как вероятностную характеристику изделия. Общая надежность — это свойство изделия выполнять и сохранять заданные ему функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования. Это свойство определяет эффективность функционирования механической системы во времени через свои показатели. Так как надежность является комплексным свойством, то она оценивается применительно к объекту через показатели частных свойств: безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость.

При круглогодичном использовании машины она оценивается, как правило, первыми тремя свойствами. Машины сезонного применения, имеющие длительный период ожидания работы, оцениваются показателями всех четырех свойств. Резинотехнические изделия (манжеты, уплотнения) оцениваются показателями долговечности и сохраняемости.

Безотказность — свойство объекта сохранять работоспособность непрерывно в течение некоторого времени. Это свойство проявляется в зависимости от назначения объекта. **Долговечность** — свойство объекта сохранять работоспособность до перехода в предельное состояние с возможными перерывами для технического обслуживания и ремонтов. В отличие от безотказности долговечность характеризует объект по суммарной наработке, которая прерывается для восстановления работоспособности.

Ремонтопригодность — свойство объекта, заключающееся в его приспособленности к предупреждению, обнаружению отказов и повреждений, восстановлению работоспособности и исправности путем проведения технического обслуживания и ремонта.

Сохраняемость — свойство объекта непрерывно сохранять исправное и (или) работоспособное состояние в течение ожидания, хранения и транспортирования. Особым видом неработоспособного состояния машины является предельное состояние, при достижении которого ее дальнейшее применение по назначению недопустимо или невозможно.

Надежность характеризуется рядом показателей. Важным показателем безотказности является вероятность безотказной работы. Это вероятность того, что в пределах заданной наработки отказа машины не возникнет. Эта характеристика является переменной и зависит от продолжительности t . Функциональная зависимость вероятности безотказной работы от проработанного времени называется функцией надежности $P(t)$. Согласно определению она может принимать значения между нулем и единицей: $1 \geq P(t) \geq 0$. Так как вероятность безотказной работы зависит от появления отказа, то существует вероятность отказа $Q(t)$. Так как эти события взаимно противоположны, сумма их вероятностей равна 1: $P(t) + Q(t) = 1$.

Если известна одна из величин, то нетрудно определить другую: $P(t) = 1 - Q(t)$.

Исходя из определений рассматриваемых вероятностей следует, что при $t=0$, $Q=0$ и $P=1$, а при $t \rightarrow \infty$ $Q=1$ и $P=0$.

Все изделия могут быть восстанавливаемые или невосстанавливаемые. К восстанавливаемым (ремонтируемым) относятся машины, линии, радиоприемники и др., так как их работоспособность восстанавливается потребителем путем техниче-

ского обслуживания и ремонта. К невосстанавливаемым, которые не могут быть восстановлены потребителем и подлежат замене, относятся конденсаторы, резисторы, электрические и электронные лампы и др.

В качестве характеристики надежности ремонтируемых изделий используют следующие показатели: наработка на отказ t_{cp} — среднее значение наработки между отказами; частота отказов, или параметр потока отказов, ω — среднее число отказов в единицу времени.

$$\omega = 1/t_{cp}; \quad t_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i,$$

где n — общее число периодов работы машины за время наблюдения; t_i — длительность работы в i -м периоде наблюдения.

Основными показателями долговечности являются: гамма-процентный ресурс — это наработка, в течение которой объект не достигает предельного состояния с заданной вероятностью, выраженной в процентах; средний ресурс — средняя наработка до предельного состояния. Для машин основным показателем долговечности является срок службы, т. е. календарная продолжительность эксплуатации до предельного состояния.

Ремонтопригодность машин оценивается основным численным критерием — средним временем единичного простоя для восстановления работоспособности:

$$\tau_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \tau_i, \quad (123)$$

где n — общее число отказов за время наблюдения; τ_i — длительность i -го простоя машины из-за отказа какого-либо элемента.

Для автоматических линий суммарная длительность предупреждения, обнаружения и устранения отказов, т. е. собственные простои линии, является величиной, которая объективно характеризует уровень надежности. В общей длительности собственных простоев автоматических линий обнаружение и устранение случайных отказов составляет 70...80 %, остальные 20...30 % простоев уходит на предупреждение отказов. Основным комплексным показателем надежности механических систем является коэффициент технического использования — отношение наработки изделия за наблюдаемый период к сумме этой наработки и длительности всех простоев для ремонтов и технического обслуживания.

Контрольные вопросы

1. Что такое машина и из каких основных механизмов она состоит?
2. Как классифицируется деревообрабатывающее оборудование?
3. Что такое производительность машины и производительность общественного труда?

4. Какие вы знаете виды агрегатирования? 5. Что понимается под технологической точностью и чем она определяется? 6. Что такое общая надежность изделия и какими свойствами она характеризуется?

Глава 9. МЕХАНИЗМЫ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ УЗЛЫ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН

44. Двигательные механизмы

Современные машины имеют исполнительные механизмы (органы) и приводы. Структурная схема привода включает в себя двигатель и передачу. Во многих случаях в конструкциях деревообрабатывающих машин кинематические звенья передачи отсутствуют, а исполнительный рабочий орган закрепляется непосредственно на валу (штоке) двигателя.

У большинства деревообрабатывающих машин исполнительный орган главного двигателя совершает вращательное и нерегулируемое поступательное движения. В этих случаях наиболее широко применяется электродвигательный привод. Но в последние годы в связи с более широким внедрением автоматических линий и гибких производственных систем (ГПС), в которых требуется регулирование скорости поступательного движения рабочих органов, начали широко использовать приводы от гидромоторов. В механизмах с цикловым (возвратно-поступательным) движением применяют гидро- и пневмопривод.

Приводы машин классифицируют по следующим основным признакам: числу двигателей, типу двигателей и передач. По числу двигателей приводы делятся на групповые, однодвигательные и многодвигательные, по типу двигателей — на электрические, гидравлические и пневматические. Для передачи энергии от двигательного механизма к исполнительному в приводах могут использоваться зубчатые, червячные, планетарные, волновые, цепные и ременные передачи, передача винт — гайка, а также комбинированные передачи. Выбор типа передачи зависит от расположения привода, условий работы, типа и использования двигателя.

Электродвигательный привод применяют для быстроходных устройств — механизмов главного движения — и тихоходных с соответствующей степенью редукции — механизмов подачи. Двигатели в этих приводах могут быть постоянного и переменного тока, последние находят более широкое распространение. Их масса на 50 % меньше массы электродвигателей постоянного тока. В деревообрабатывающем оборудовании применяют преимущественно асинхронные короткозамкнутые электродвигатели переменного тока единой серии 4А мощностью 0,06...

400 кВт с высотой оси вращения 50...355 мм. В зависимости от мощности КПД этих двигателей изменяется в интервале 50...94,5 %. Чем меньше мощность, тем меньше КПД.

При установке быстроходных рабочих органов непосредственно на валы двигателей использование стандартных электродвигателей единой серии 4А зачастую нецелесообразно вследствие малого диаметра вала и недостаточной грузоподъемности подшипников. В этом случае применяют специальные электродвигатели с удлиненным ротором серии 4АД, мощностью 0,25...7,5 кВт с синхронной частотой вращения 300; 3600; 6000; 12 000 и 18 000 мин⁻¹. Электродвигатели переменного тока применяют в тех случаях, когда не предъявляется особых требований к пусковым характеристикам, скольжению при температуре окружающего воздуха $\pm 40^\circ\text{C}$. По конструктивному исполнению корпуса они могут быть на лапах (основное исполнение), с лапами и фланцевым щитом, только с фланцевым щитом.

Отечественной промышленностью выпускаются многоскоростные асинхронные электродвигатели. В настоящее время многоскоростные двигатели заменяют моторами-редукторами, а для регулируемого по скорости привода используют моторы-вариаторы-редукторы и роторные гидромоторы. Эти приводы (рис. 73) компактны и удобны в эксплуатации. Моторы-редукторы комплектуются из стандартных фланцевых электродвигателей и редукторов на лапах или с фланцем, которые могут быть цилиндрического, планетарного или волнового типов. Моторы-

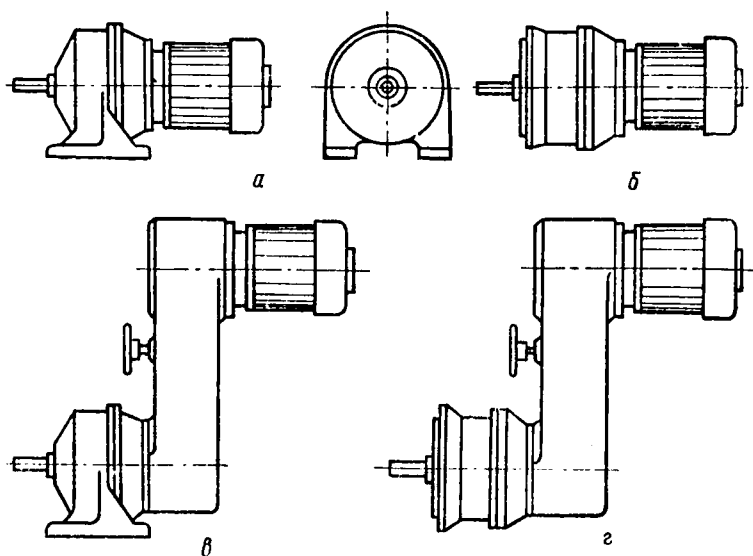


Рис. 73. Моторы-редукторы и моторы-вариаторы-редукторы.
а, в — на лапах; б, г — фланцевые

вариаторы-редукторы включают еще дополнительное промежуточное звено — клиноременный вариатор, что позволяет регулировать величину скорости.

При использовании комбинированных электроприводов от двигателей мощностью 0,25...22 кВт с частотой вращения 700...2900 мин⁻¹ крутящий момент на выходном валу составляет $M_{кр}=90 \dots 4000 \text{ Н}\cdot\text{м}$, частота вращения $n=7 \dots 450 \text{ мин}^{-1}$.

Гидродвигатели — это машины для преобразования энергии потока жидкости в механическую энергию вращательного или поступательного движения рабочего органа. Гидродвигатели с неограниченным ходом называют гидромоторами, а с ограниченным ходом — гидроцилиндрами. Первые предназначены для придания рабочему органу вращательного движения. Они могут быть низкомоментными (быстроходными) и высокомоментными (тихоходными). Быстроходные гидромоторы характеризуются малым отношением крутящего момента $M_{кр}$ и частоты вращения n : $M_{кр}/n=0,001 \dots 1 \text{ Н}\cdot\text{м}/\text{мин}^{-1}$. Для тихоходных это отношение достигает 20000.

В гидроприводах вращательного движения поворотных устройств агрегатных станков и автоматических линий, а также в приводах вращения ходовых винтов силовых узлов применяются шестеренные МНШ, аксиально-поршневые Г15-2 и аксиально-радиальные МР-Ф гидромоторы.

Техническая характеристика гидромоторов

	МНШ	Г15-2
Расход масла, кг/мин	12 ... 64	11 ... 153
Частота вращения, мин ⁻¹	300 ... 1600	1300 ... 2400
Крутящий момент, Н·м	50 ... 70	10 ... 140
Эффективная мощность, кВт	9,5 ... 14	0,8 ... 14
Объемный КПД	20,9 ... 0,98	

Потребляемая мощность, кВт, насосов всех типов может быть определена по формуле

$$P_n = pQ/60, \quad (124)$$

где p — давление в системе, МПа; Q — расход жидкости, кг/мин.

Эффективная (отдаваемая) мощность, кВт:

$$P_s = P_n \eta_o, \quad (125)$$

где η_o — объемный КПД гидромотора.

Необходимая производительность насоса, подающего масло к гидронасосу, определяется по формуле

$$Q = qn/10^3 \cdot \eta_o, \quad (126)$$

где q — удельный расход масла гидромотора, см³/об.

В станках и автоматических линиях, выпускаемых в СССР, широко применяются нерегулируемые аксиально-поршневые гидромоторы Г15-2 (рис. 74). Масло насосом подается в одну

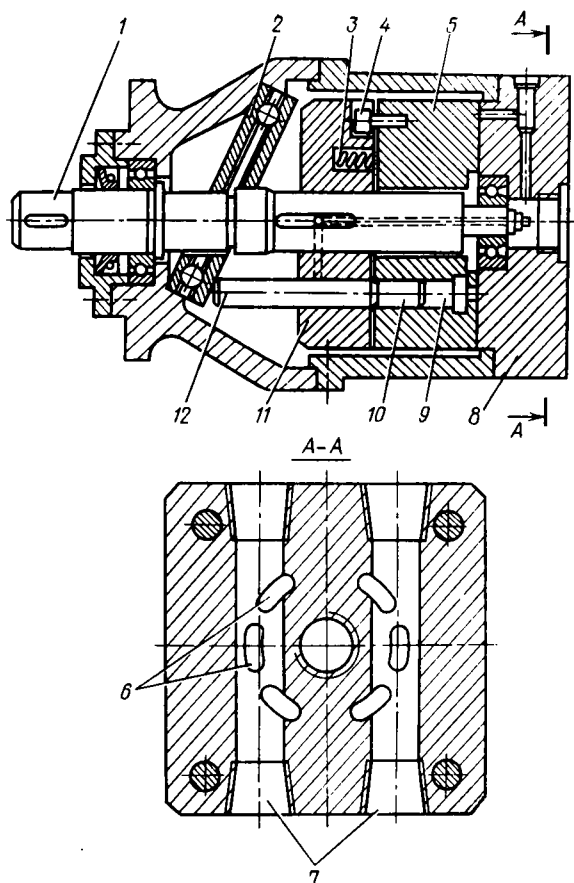


Рис. 74. Аксиально-поршневой гидромотор

из полостей 7 и через окна 6 крышки 8 поступает в цилиндры 9, расположенные в блоке 5, под поршни 10. Давление от поршней через толкатели 12 передается на наклонный радиально-упорный шарикоподшипник 2, на котором возникает тангенциальная составляющая силы, под действием которой начинает вращаться барабан 11, придавая вращательное движение выходному валу 1. Блок цилиндров 5 получает вращение от барабана 11 через поводок 4 и прижимается к крышке-распределителю 8 пружиной 3. Изменение направления вращения вала осуществляется изменением направления подачи масла в полости 7

Для преобразования энергии потока жидкости в механическую энергию возвратно-поступательного или возвратно-пово-

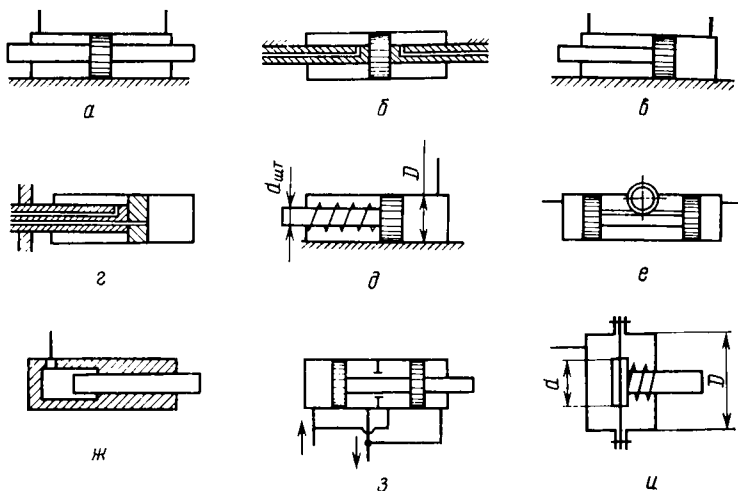


Рис. 75. Конструктивные схемы гидроцилиндров:

а, б, в, г, е, з — двустороннего действия; д, ж — одностороннего действия; и — диафрагменный одностороннего действия

ротного движения выходного звена применяют силовые гидроцилиндры в качестве двигателей ограниченного хода.

Гидроцилиндры (рис. 75) могут быть одно- и двустороннего действия с высоким объемным КПД ($\eta_o = 0,98 \dots 0,99$). При подборе гидроцилиндра задаются усилием на штоке и по рабочему давлению в трубопроводе на основании уравнения $F = pS$ определяют размеры поперечного сечения цилиндра, пренебрегая давлением в сливной части. В этой формуле S — величина активной площади поршня. У гидроцилиндров двустороннего действия с односторонним штоком или различными по площади поперечного сечения штоками движения в противоположных направлениях будут осуществляться с различными скоростями. Отношение диаметра штока к диаметру цилиндра выбирается конструктивно и изменяется в широких пределах: $d_{шт}/D = 0,2 \dots 0,7$.

При небольших перемещениях, но с большими усилиями, применяют мембранные (диафрагменные) гидроцилиндры. Активная площадь в таких конструкциях приблизительно определяется по формуле

$$S = 0,262 (D^2 + Dd + d^2),$$

где D — диаметр заделки мембраны; d — диаметр жесткого диска.

Силовые гидроцилиндры характеризуются рядом показателей, которые рассчитываются по следующим формулам.

Расход жидкости Q , л/мин, при заданной скорости поступательного движения v , м/мин, и рабочей площади поршня S , см²:

$$Q = 0,1 S v. \quad (127)$$

Рабочая площадь поршня S , см², при диаметрах, мм, цилиндра, D , штока $d_{шт}$, плунжера $D_{пл}$:
для противоштоковой полости

$$S_{пшт} = 0,785 D^2 \cdot 10^{-2}; \quad (128)$$

для штоковой полости

$$S_{шт} = 0,785 (D^2 - d_{шт}^2) 10^{-2}; \quad (129)$$

для плунжерного цилиндра

$$S_{пл} = 0,785 D_{пл}^2 10^{-2}. \quad (130)$$

Развиваемое усилие F , Н, при разности давлений в полостях нагнетания и слива Δp , МПа:

$$F = 10^2 \cdot \Delta p. \quad (131)$$

Мощность P , кВт

$$P = \frac{\Delta p Q}{60} \frac{F v}{6 \cdot 10^4}. \quad (132)$$

В гидросистемах деревообрабатывающих станков гидронасосы создают давление до 6,5 МПа, а в системах гидравлических прессов до 40 МПа. Для обеспечения равномерности хода поршня в штоковой полости цилиндра создают давление 0,3... 0,5 МПа дросселированием или установкой подпорного клапана на сливной части.

Наряду с гидравлическими приводами широкое распространение получают **пневматические**. По принципу действия они практически не отличаются от гидравлических, но конструкции элементов системы вследствие отличия физических свойств воздуха от свойств жидкости имеют особенности. Давление в производственных пневмосистемах составляет обычно 0,4... 1,0 МПа.

В конструкциях деревообрабатывающих станков и автоматических линий наиболее широко применяются поршневые и диафрагменные пневматические двигатели. Поршневые пневмодвигатели имеют цилиндр, шток и поршень, но конструкция несколько проще, чем гидравлических двигателей, так как меньше рабочее давление в системе.

Типовой пневмопривод изображен на рис. 76. Поршень 1 перемещается в рабочем цилиндре 2 под действием сжатого воздуха, поступающего попеременно в обе полости цилиндра из магистрали через распределитель 6. В конце хода заданной ве-

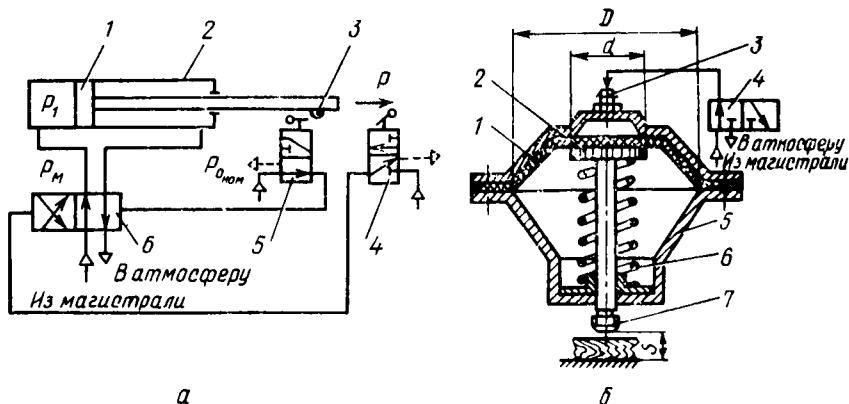


Рис. 76. Пневмодвигатели:
а — поршневой; б — диафрагменный

личины, что определяется положением выключателей, кулачок 3 штока нажимает на рычаг одного из выключателей 4 или 5 системы управления распределителя. В положении, изображенном на рис. 76, а, поршень перемещается вправо, приводя в рабочее положение выключатель 5. Когда он займет крайнее правое положение, переключится выключатель 4. Сигнал в виде давления сжатого воздуха поступит на вход распределителя б, и золотник переместится в правое положение. Сжатый воздух из магистрали через распределитель поступит в правую полость цилиндра 2, и поршень 1 переместится влево. В конце обратного хода кулачок на штоке нажмет на конечный выключатель 5, золотник переключится, и цикл повторяется.

В механизмах, где не требуется больших перемещений, широко распространены диафрагменные пневмодвигатели (рис. 76, б) с плоской и тарельчатой мембраной. Двигатель состоит из разъемного корпуса 5, в котором размещается мембрана 1, изготовленная из эластичного резино-тканевого материала. При подаче сжатого воздуха через распределитель 4 и штуцер 3 мембрана прогибается и, воздействуя на диск 2, перемещает шток 7 на величину хода S . Обратный ход мембраны происходит под действием пружины 6. В зависимости от диаметра и вида мембраны ход штока с сохранением на нем величины усилия составляет 10...30 мм. Усилие H , на штоке в конце его хода можно определить по формуле

$$F = 0,2 (D + d)^2 p - F_{\text{пр}}, \quad (133)$$

где D и d — диаметры соответственно мембраны и диска, мм; p — давление сжатого воздуха в магистрали, МПа; $F_{\text{пр}}$ — сила пружины в конце хода штока, Н.

45. Механизмы резания

Механизмы главного движения непосредственно воздействуют на обрабатываемый объект. Они изменяют форму, состояние, размеры, положение и свойства обрабатываемого объекта. Для обеспечения непрерывности и устойчивости протекания технологического процесса станки имеют механизмы вспомогательных движений: подачи, зажимов, прижимов, питания, сбрасывания, контроля качества и т. д.

Главное движение в большинстве деревообрабатывающих станков осуществляет режущий инструмент. Но имеются станки (лушильные, токарные), где главное движение, обеспечивающее срезание стружки, совершает обрабатываемый объект, а движение подачи — нож, резец.

Рабочими органами механизмов главного движения являются валы (ножевые, пильные, шлифовальные, полировальные), шпиндели, суппорты, диски, шкивы, патроны и центры. По виду движения они разделяются на три группы: вращательного, поступательного и возвратно-поступательного движения. Разделение рабочих органов на валы и шпиндели условное.

Рабочие органы вращательного движения. Ножевые валы входят в конструкцию механизмов резания для продольного фрезерования фуговальных и рейсмусовых станков. На рис. 77 показана конструкция цельного стального вала фуговального станка. Ножевой вал изготавливают с утолщенной средней частью, в которой имеются два или четыре продольных паза для установки ножей 3.

Нож прижимается к стенке паза клиновым вкладышем 4 при вывинчивании из него болтов 6, которые упираются головками в стенку паза, расположенную против ножа. Для обеспечения надежности закрепления ножей по длине вала устанавливается несколько болтов, которые рекомендуется подтягивать равномерно от середины к краям вала. На шейках вала устанавливаются подшипники качения 1 в корпусах 5. Смазка подшипников индивидуальная через пресс-масленки 2. На одном конце вала установлен шкив для передачи вращательного движения через ременную передачу или полумуфта для соединения с валом электродвигателя. Частота вращения вала при ременной передаче 4000...6000 мин⁻¹.

На обрезных станках устанавливают составные валы. Пильный вал (рис. 78) состоит из коренного вала 9 с внутренними шлицами и шлицевого вала 8. Коренной вал монтируют на подшипниковой опоре 10. Он получает вращение от электродвигателя через шкив 11. Шлицевой вал установлен на подшипниковых опорах подвижного 12 и неподвижного 13 суппортов. На этом валу расположены пильные втулки 3 и 7, через кото-

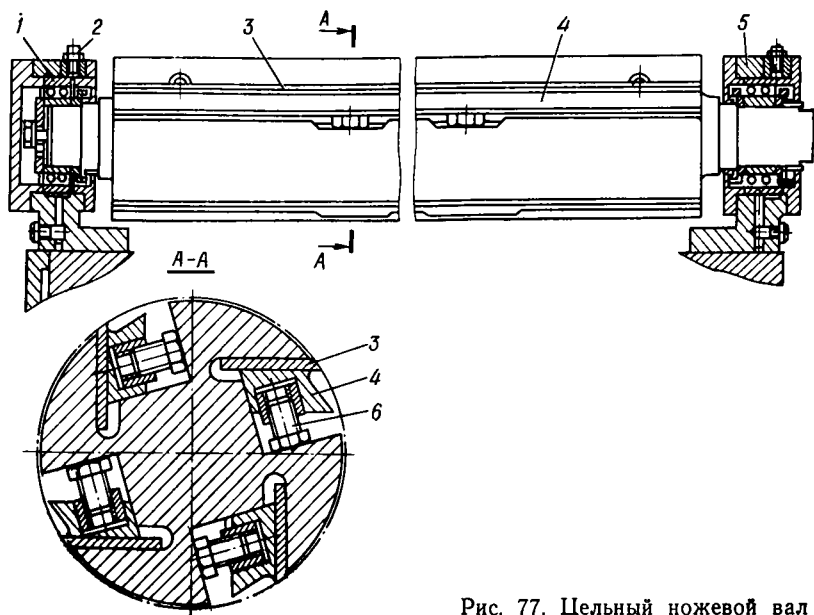


Рис. 77. Целый ножовой вал

рые передается вращение дисковым пилам 5, зажимаемым шайбами 4 и 6.

Для предотвращения осевого перемещения шлицевого вала в его левом торце расточено глухое отверстие, в которое вставлено запорное устройство 1 с пружиной 2. Подвижной суппорт 12 вместе с пилой может перемещаться по двум круглым направляющим от гидропривода. Расстояние между дисками пил определяется шириной выпиливаемой обрезной доски. Скорость резания 60,5 м/с при максимальном диаметре пилы 500 мм.

В круглопильных и агрегатных станках в качестве рабочих органов главного движения применяют пильные валы с консольным расположением пилы (рис. 79). Пильный вал 2 устанавливается в подшипниковых опорах 3 и получает вращение от электродвигателя через ременную передачу и шкив 1. Дисковая пила 5 расположена между двумя шайбами: неподвижной 4 и съемной 6. Зажим диска пилы производится гайкой 7. Создание необходимого крутящего момента осуществляется за счет сил трения на поверхностях диска пилы и шайб. Сила зажима диска гайкой должна быть такой, чтобы сила трения на рабочих поверхностях шайб и диска пилы создавала момент, равный или больше момента от касательной силы резания на радиусе резания:

$$2qfr \geq F_k R, \quad (134)$$

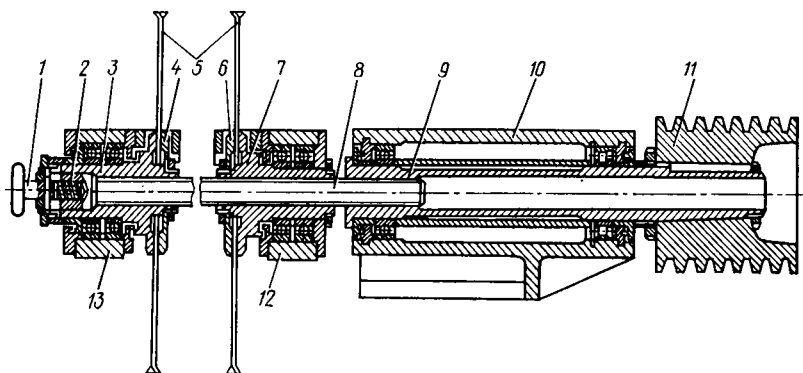


Рис. 78. Составной пильный вал

где q — давление в зоне трения шайбы; f — коэффициент трения поверхности шайбы по диску пилы; r — средний радиус рабочей ленты шайбы; F_k — касательная сила резания; R — радиус резания.

Здесь шайбы служат не только для передачи крутящего момента, но и для придания большей жесткости пильному диску во время работы. Диаметр шайбы $d_{ш}$ определяется диаметром пилы D :

$$d_{ш} = 5\sqrt{D}.$$

На шлифовальных цилиндрических станках рабочим органом главного движения (рис. 80, а) является вал 2, на котором монтируется пустотелый цилиндр 6 диаметром 250...350 мм и длиной 750...25000 мм. Вал цилиндра диаметром 60...80 мм установлен в скользящих или роликовых радиально-упорных подшипниках 1 для восприятия осевой (аксиальной) нагрузки при осциллировании.

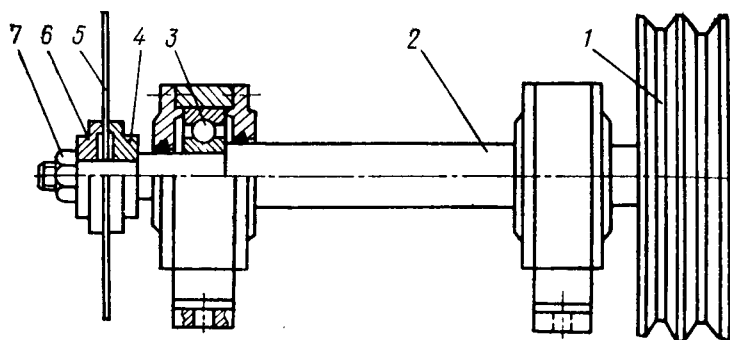


Рис. 79. Консольный пильный вал

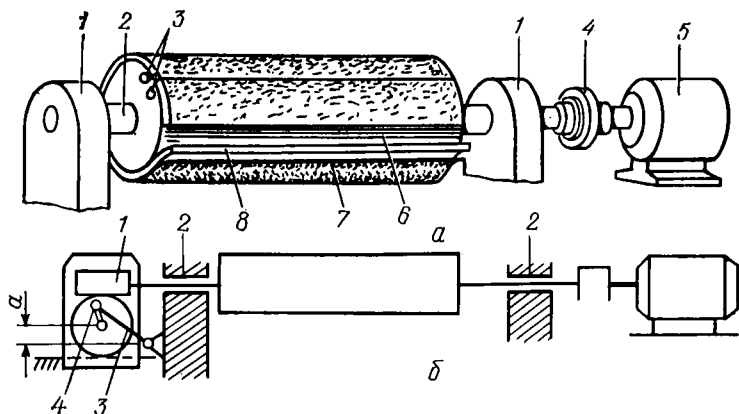


Рис. 80. Механизм главного движения шлифовального станка:
 а — шлифовальный цилиндр; б — механизм осевого колебания вала

Осевое колебательное (осциллирующее) движение с ходом 10 мм и частотой 150 мин^{-1} придается цилиндрам для повышения производительности при сохранении качества. Привод вала чаще всего осуществляется от индивидуального электродвигателя 5 через упругую пальцевую муфту 4. На цилиндр навивается шлифовальная шкурка 7 и натягивается натяжным винтовым устройством 3. Для создания упругости шлифовальной ленты при работе и уменьшения вероятности прошлифовки между цилиндром и шкуркой помещается фетровая прокладка 8. Навивка шлифовальной ленты может быть цилиндрическая или винтовая.

Осевое колебание вала с цилиндром сообщает специальное устройство — осциллятор (рис. 80, б). Он включает червячную пару 1, поводок 3, который одним концом шарнирно связан со станиной, а другим с эксцентрично размещенным на валу червячного колеса пальцем 4. При работе червячной передачи вал цилиндра будет совершать возвратно-поступательное движение в подшипниковых опорах 2 с величиной хода S , определяемой по формуле

$$S = \sqrt{(l+r)^2 - a^2} - \sqrt{(l-r)^2 - a^2},$$

где l — длина поводка; r — радиус кривошипа; a — расстояние от оси вращения колеса до оси вращения поводка.

На многоцилиндровых шлифовальных станках целесообразно осциллирование первых цилиндров.

В продольно-фрезерных, фрезерных, шипорезных, сверлильных и пазовальных станках широко распространено крепление режущего инструмента на консольной части вала. Такое конструктивное исполнение главного вала называют шпинде-

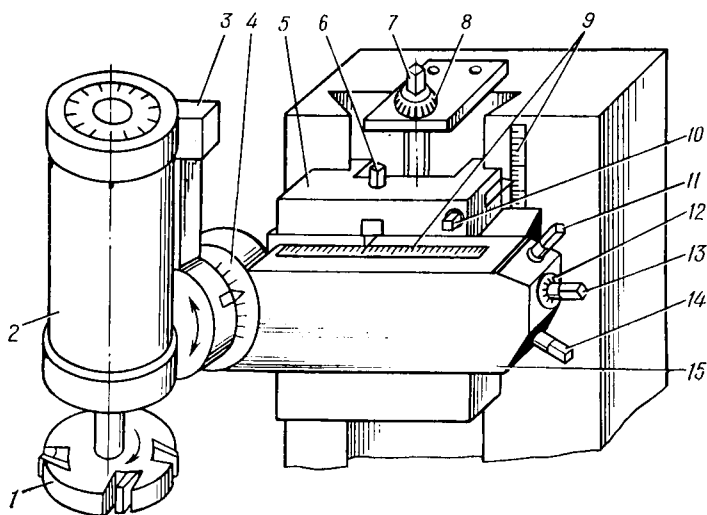


Рис. 81. Суппорт с трехкоординатной настройкой

лем. Шпиндели могут быть цельные, составные, полые и телескопические.

У многих круглопильных, продольно-фрезерных, пазовальных и агрегатных станков вал электродвигателя является шпинделем. Это исключает потребность в передаточном звене и упрощает конструкцию механизма резания. Двигатель с режущим инструментом устанавливается на суппорте 15 (рис. 81), который имеет двух- или трехкоординатную настройку. Шпиндель (электродвигатель) 2 с режущим инструментом 1 установлен на плите 3, которая может перемещаться с помощью винта 13 в горизонтальном направлении относительно плиты 5 и фиксируется стопором 6. Вертикальное перемещение шпинделя осуществляется с помощью винта 7, а фиксируется стопором 10. Отсчет величины перемещений производят по шкалам линеек 9 и лимбам 8 и 12. Перемещение шпинделя по трем координатам производится с помощью поворотной плиты 3, на которой установлен шпиндель (электродвигатель) 2. Поворот плиты 3 происходит при вращении винта 11 и фиксируется стопором 14. Отсчет угла наклона ведут по шкале 4.

Большую группу составляют шпиндели, приводимые во вращение через ременную передачу. Они могут быть составными, цельными, полыми и телескопическими.

На рис. 82, а изображен составной шпиндельный узел фрезерного станка с нижним расположением шпинделя. В корпусе 4 в радиальноупорных подшипниках 3 и 9 смонтирован шпиндель 13, который приводится во вращение от электродвигателя

через плоскоременную передачу и шкив 1 с частотой вращения 3000...9000 мин⁻¹. Смазка подшипников шпинделя осуществляется масляным туманом. Масло из емкостей 2 фитилями 5 подается на разбрызгиватели и через подшипники стекает в емкости. Шпиндель имеет вертикальное настроечное устройство. Поворотом маховичка 10 приводится во вращение червячная пара с колесом-гайкой 7, которая неподвижно связана с корпусом шпинделя. Гайка при вращении перемещается относительно винта 6, изменяя положение шпинделя.

Режущий инструмент закрепляется на шпиндельной насадке, которая конусным хвостовиком центрируется в конусной расточке 8 шпинделя. При смене режущего инструмента, монтаже и демонтаже шпиндельной насадки шпиндель удерживается от поворота фиксатором 12, который стопорится винтом 11.

Шпиндельная насадка (рис. 82, б) крепится на шпинделе дифференциальной гайкой. Это наиболее удобный и надежный способ. Дифференциальная гайка 3 имеет две одинакового направления, но разные по шагу резьбы. Шаг на шпинделе больше, чем на шпиндельной насадке. При повороте гайки она проходит относительно шпинделя 1 большее расстояние, чем относительно насадки 2, и при монтаже втягивает ее в конусное отверстие. При демонтаже гайка за счет разности шагов резьб вытягивает насадку из гнезда. В средней части насадки имеются съемные кольца 4, между которыми устанавливается режущий инструмент 6, затягиваемый гайкой 5. В зависимости от набора инструмента применяют шпиндельные насадки разной длины.

Для получения изделий цилиндрической формы применяют полые шпиндели (рис. 83, а), устанавливаемые на круглопалочных станках. Шпиндель 3 устанавливается на подшипниковой опоре 2 и приводится во вращение от электродвигателя через ременную передачу и шкив 1. На шпинделе монтируется ножевая головка 4, через которую пропускается заготовка 5. Частота вращения шпинделя 3500 мин⁻¹.

Для перемещения режущего инструмента в процессе работы вдоль оси вращения применяют составные шпиндели (рис. 83, б) с телескопическим соединением. Нижняя часть шпинделя 2, на которой в патроне закрепляется инструмент 1, устанавливается в подшипниках 7 в стакане 3, который перемещается в направляющих поворотом рукоятки 8. Верхняя часть 6 шпинделя, установленная в подшипниковой опоре 5, получает вращение от электродвигателя через ременную передачу 4 и передает крутящий момент нижней части через скользящую шпонку или шлицы. Для изменения частоты вращения в передаточном механизме имеются ступенчатые шкивы.

Рабочие механизмы поступательного движения. Исполнительные органы таких механизмов работают при высоких

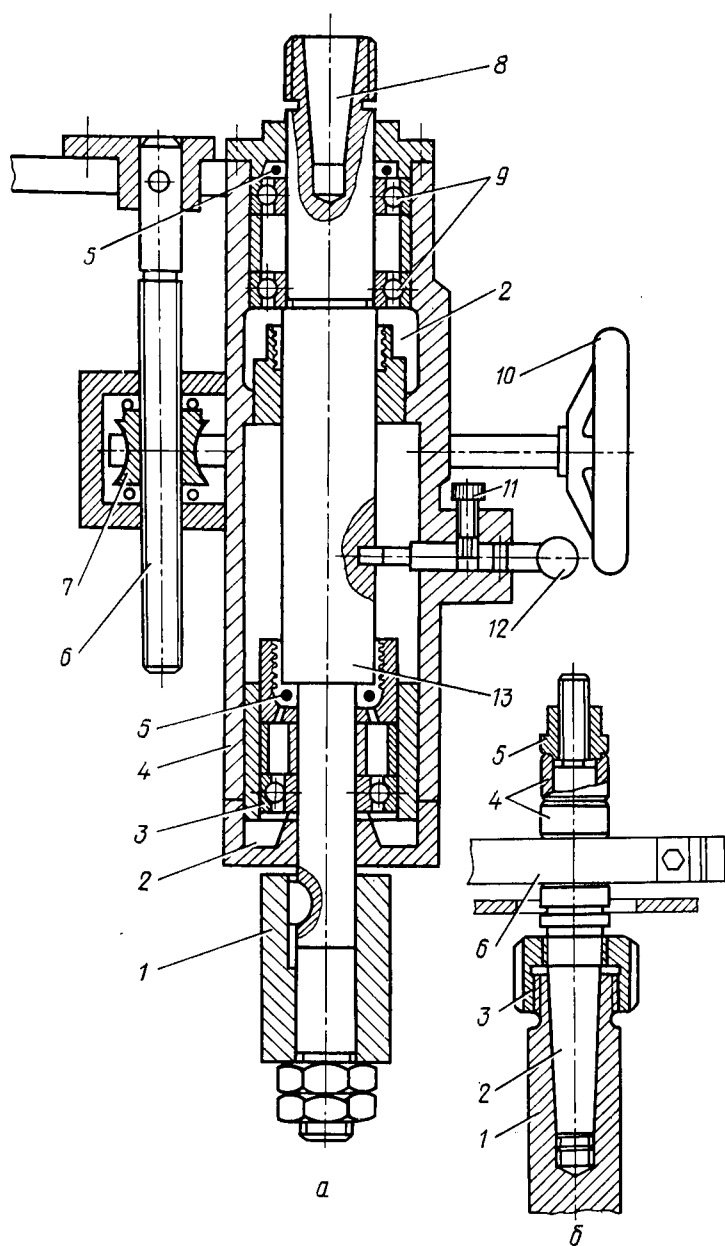


Рис. 82. Шпиндельный узел фрезерного станка с нижним расположением шпинделя:

а — составной шпиндель; *б* — шпиндельная насадка

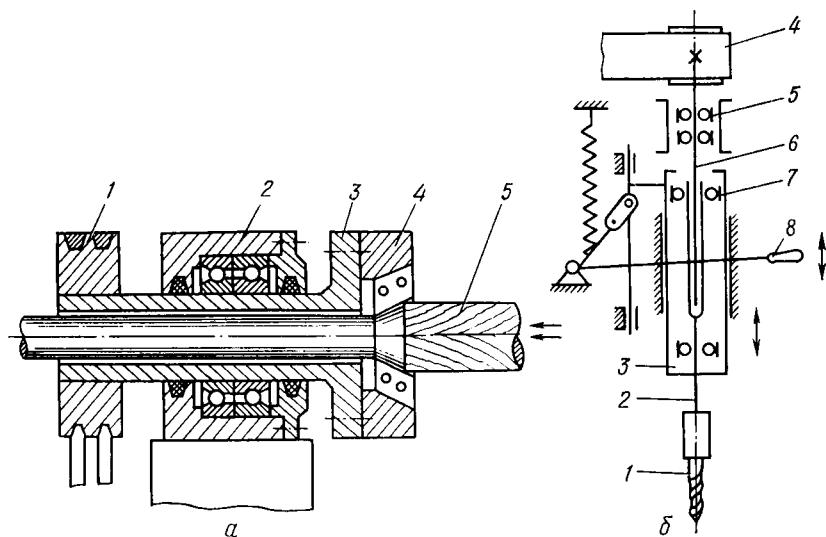


Рис. 83. Шпиндели:

а — полый круглопалочного станка; *б* — с телескопическим соединением сверлильного станка

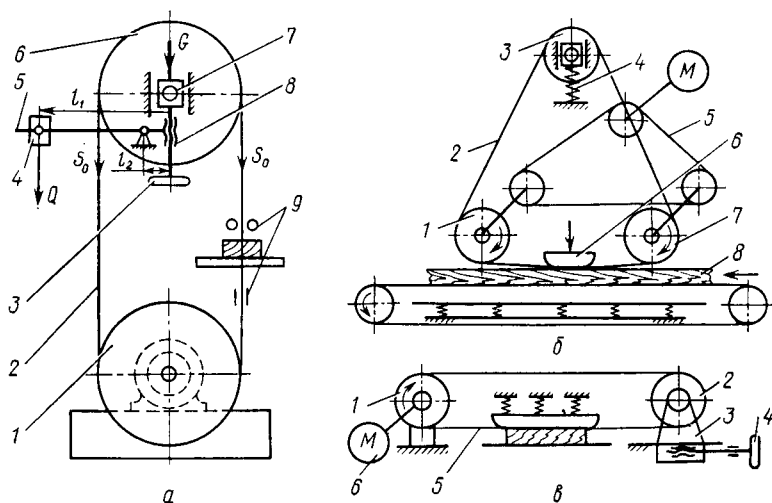


Рис. 84. Механизмы резания поступательного движения станков:

а — ленточнопильного; *б* — шлифовального широколенточного; *в* — шлифовального узколенточного

скоростях. Их конструктивной особенностью является то, что режущий инструмент в виде бесконечной тонкой пильной или шлифовальной ленты надевается на 2...3 шкива, один из которых приводится во вращение. Подобные конструкции механизмов главного движения имеют ленточнопильные и ленточно-шлифовальные станки. В мебельном производстве применяются ленточнопильные станки столярного типа.

Механизм резания (рис. 84, а) ленточнопильного станка состоит из двух шкивов, объединенных пильной лентой 2. Один из шкивов — ведущий приводной 1, другой — ведомый натяжной 6. Ведущий шкив закрепляется на валу электродвигателя, а ведомый консольно на оси подвижного суппорта 7. Конструктивное исполнение шкивов зависит от величины рабочей нагрузки и геометрической характеристики пильной ленты. Во избежание чрезмерных напряжений в полотне пилы при ее изгибе на шкиве необходимо увеличить его диаметр. Поэтому между толщиной пильной ленты и диаметром шкива существует зависимость $t = (0,001 \dots 0,0007)D$, где t — толщина полотна пилы; D — диаметр шкива.

На станках столярного типа, где силы резания невелики (300 Н), применяют шкивы диаметром 400...1000 мм. Толщина пильной ленты 0,5...0,8 мм, ширина 10...50 мм. На этих станках устанавливают шкивы с плоским ободом. Для предотвращения нарушения развода пильного полотна ободы таких шкивов покрывают бандажом из кожи или другого упругого материала.

В механизме резания для обеспечения необходимой величины натяжения ленты предусмотрено натяжное устройство пружинного или грузового типа. Груз 4 на рычаге 5 передает давление через винт 8 на суппорт 7 верхнего шкива. Маховиком 3 производится установка рычага 5 в горизонтальное положение.

Устойчивое положение режущего инструмента на шкивах будет обеспечено при напряжении в полотне пилы от усилия натяжения для столярных станков в интервале 15...50 МПа.

Силу тяжести груза Q выбирают из условия равенства моментов:

$$Q(l_1 - l_2) = l_2(G + 2S_0),$$

где l_1 и l_2 — плечи рычага; G — сила тяжести верхнего шкива с суппортом; $S_0 = \delta b t$ — сила натяжения одной ветви пильной ленты; δ — напряжение в полотне пилы от усилия натяжения; b и t — соответственно ширина и толщина ленты.

Сила тяжести груза при выбранном соотношении плеч рычага рассчитывается по формуле $Q = l_2(G + 2S_0)/(l_1 - l_2)$.

Для ограничения положения пильного полотна во время работы и обеспечения большей устойчивости в механизме резания

предусмотрены боковые и продольные ограничители 9. Они могут быть роликовые или плоские из антифрикционного материала.

Механизмы резания ленточных шлифовальных станков могут быть выполнены с двумя или с тремя шкивами (рис. 84, б, в). Механизм с тремя шкивами характерен для широколенточных шлифовальных станков. Прорезиненные вальцы 1 и 7 приводятся во вращение от одного электродвигателя через ременную передачу 5. Валец 3 создает натяжение шлифовальной ленты 2 с помощью пружинного или пневматического устройства 4. Для осуществления процесса шлифования к верхней поверхности перемещаемой заготовки 8 прижимается под действием утюжка 6 рабочая поверхность шлифовальной ленты.

На узколенточных шлифовальных станках (рис. 84, в) механизм резания состоит из двух шкивов: ведущего 1 и ведомого 2, которые объединены шлифовальной лентой 5. Ведущий шкив получает вращение от электродвигателя 6, а ведомый шкив, установленный на суппорте 3, может перемещаться при вращении маховика 4 для натяжения ленты.

Во всех механизмах резания с поступательным перемещением режущего инструмента скорость резания зависит от частоты вращения ведущего шкива (вальца) и его диаметра. Определяется эта скорость по формуле

$$v_p = \pi D n / 60, \quad (135)$$

где D — диаметр шкива (вальца), м; n — частота вращения, мин⁻¹; v_p — скорость резания, м/с.

Механизмы резания с возвратно-поступательным движением рабочего органа имеют ту особенность, что в течение двойного хода скорость его перемещения изменяется от нуля до максимального значения. В зависимости от типа привода скорость может изменяться по величине на протяжении всего пути перемещения или на участках реверсирования. Перемещение происходит с ускорением, что приводит к возникновению сил инерции и увеличению динамических нагрузок в механизме. Нестабильность скорости на всем пути перемещения рабочего органа наблюдается в механизмах с кривошипно-ползунным приводом. Такие приводы имеют ряд моделей шпонострогальных станков для перемещения ножевого суппорта (рис. 85).

От электродвигателя 8 через клиноременную передачу 7, редуктор 6 с выходным валом и шестернями 5 на концах (на схеме показан односторонний выход вала), вращение передается на зубчатые колеса 4, которые закреплены на валу кривошипа 3. Шатуны 2 соединяют верхние пальцы кривошипов с суппортом 1. При вращении зубчатых колес 4 и кривошипов 3 суппорт получает возвратно-поступательное движение с пере-

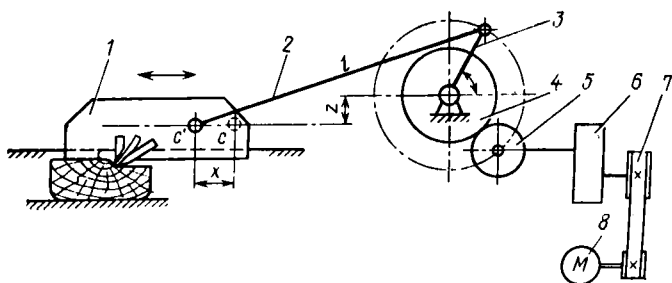


Рис. 85. Механизм главного движения с кривошипно-ползунным приводом

менной скоростью v , которая является и скоростью резания. На суппорте закреплены нож и прижимная линейка для обжатия шпона.

Работа ползунно-кривошипного механизма характерна тем, что в крайних точках траектории движения при $\alpha=0^\circ$ и $\alpha=180^\circ$ скорость главного движения $v_r=0$, а ускорение достигает максимального значения. Скорость перемещения суппорта v_r на пути $S=2r$ — величина переменная:

$$v_r = v_o [\sin \alpha - (r/2l) \sin 2\alpha],$$

где v_o — окружная скорость пальца кривошипа ($v_o=2\pi r n/60$), м/с; n — частота вращения пальца кривошипа, мин⁻¹; r — радиус кривошипа, м.

В практических расчетах ограничиваются средней скоростью

$$v_{r, \text{cp}} = 2Sn/60 = rn/15; \quad (136)$$

$$v_{r, \text{cp}}/v_o = 2/\pi \approx 0,63 \text{ или } v_{r, \text{cp}} \approx 0,63v_o. \quad (137)$$

Наибольшее значение ускорения:

$$a = \pm (v_o^2/r) (1 - r/l).$$

46. Механизмы подачи

Механизмы подачи в рабочих машинах предназначены для изменения относительного положения обрабатываемого объекта и исполнительного органа главного движения по заданной траектории в ходе технологического процесса. Движение подачи в этом случае может быть придано как заготовке, так и инструменту в зависимости от вида процесса и конструктивного исполнения машины.

В деревообрабатывающих станках механизмы подачи осуществляют перемещение приспособлений с заготовкой (инструментом) или заготовки, сориентированной на базирующей плоскости. Перемещение приспособлений осуществляется за счет кинематических связей элементов в передаточном механизме.

В качестве приспособлений используются упоры, суппорты, каретки, роторы, рычаги маятникового или балансирного типов, штанги. При установке заготовок в приспособлениях решаются две задачи: ориентирование, осуществляемое базированием, и обеспечение неподвижности, достигаемое закреплением. В таких механизмах подачи связь между подающим органом и объектом обработки жесткая и исключается проскальзывание.

Перемещение непосредственно заготовок по базирующей плоскости при обработке является особенностью деревообрабатывающих станков. Подача происходит за счет фрикционных связей подающего органа с поверхностью заготовки. В результате этих связей возникают силы сцепления, под действием которых заготовка перемещается.

Механизмы подачи по характеру взаимодействия подающего органа с заготовкой бывают с жесткой и фрикционной связями, а по характеру движения — с поступательным и возвратно-поступательным движением. Перемещение может быть непрерывным прямолинейным (криволинейным) или шаговым. По виду исполнительных органов механизмы подачи делятся на вальцовые, конвейерные, суппортные, штанговые, шарнирно-рычажные и роторные (карусельные).

Механизмы подачи с жесткой связью. Механизмы с поступательным (непрерывным, прерывистым или шаговым) и возвратно-поступательным движением обеспечивают перемещение заготовки или инструмента по прямолинейной или криволинейной траекториям.

К механизмам непрерывного прямолинейного движения относятся механизмы со скользящим базированием заготовки и гусеничные конвейеры с перемещаемой базовой плоскостью. В первом случае (рис. 86, а) заготовка 2 базируется на двух направляющих шинах 3, под которыми расположены две тяговые цепи 5 с упорами 4, которые перемещают заготовку в зону обработки. Ведущие звездочки цепей (туеры) приводятся во вращение от электродвигателя через редуктор. В зоне обработки заготовка прижимается к шинам подпружиненной лентой 1. Во втором случае (рис. 86, б) при скользящем базировании заготовки используется механизм подачи толкающего типа, состоящий из двух конвейеров 1 с утопающими упорами 2.

Механизмы непрерывного криволинейного движения. Различают механизмы карусельного и роторного типов (рис. 86, в). Карусельные столы в качестве механизма подачи применяются на фрезерных станках. На горизонтально расположенном столе 4 имеется несколько рабочих мест для размещения заготовок 2, которые фиксируются пневматическими зажимными устройствами 1. В таком механизме предусматриваются зоны установки и снятия заготовки. Обработка

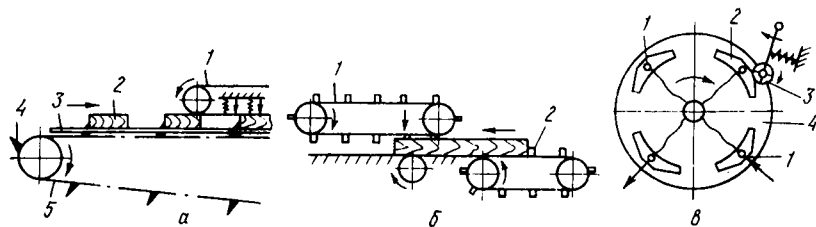


Рис. 86. Механизмы подачи с жесткой связью:

а — тяговой цепью с упорами; *б* — конвейером с утопающими упорами; *в* — карусельным столом

детали механизмом резания 3 производится по копиру. Непрерывность движения возможна только при проходных операциях. При позиционной обработке такие механизмы подачи работают в прерывистом (шаговом) режиме.

Механизмы роторного типа перемещают заготовки по круговой траектории в вертикальной плоскости с горизонтальным расположением вала ротора. На роторе по периметру закрепляются заготовки. В зависимости от вида выполняемых операций механизм может работать в непрерывном или шаговом режиме. Такие механизмы применяются на агрегатных многооперационных станках со смешанным агрегатированием.

Шаговые механизмы предназначены для периодического прямолинейного или криволинейного перемещения заготовок во время их обработки. Эти механизмы выполнены в виде устройств с конвейером, штанговых, с карусельным столом или

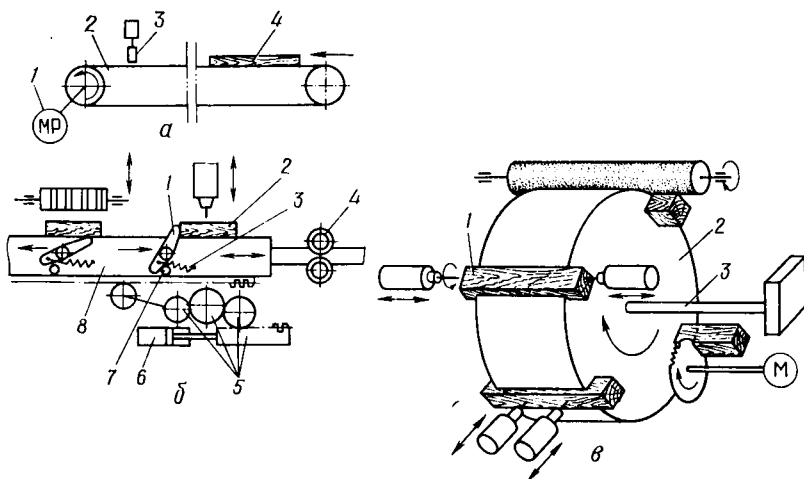


Рис. 87. Шаговые механизмы подачи:

а — конвейерный; *б* — штанговый; *в* — роторный

ротатором. Для прямолинейного перемещения служат конвейеры и штанговые механизмы. На рис. 87, а изображена схема конвейерного шагового механизма. Ленты 2 конвейера приводятся в движение от мотора-редуктора 1. На пути перемещения заготовки 4 в заданных местах установлены упоры 3 с датчиками, срабатывающие, когда заготовка, базируясь по упорам, займет требуемое положение, и отключающие привод. Его включение происходит автоматически по завершении технологической операции, когда упоры с датчиками отводятся, чтобы заготовка перешла на следующую позицию.

В штанговых механизмах (рис. 87, б) рабочие элементы штанги 8, выполняя возвратно-поступательные движения, перемещают упорами 1 заготовку 2 в заданную позицию. В рабочем положении нижнее плечо упора пружиной 3 прижимается к ограничителю 7, а его верхнее плечо упирается в заготовку. При обратном ходе штанги очередная заготовка, воздействуя на тыльную сторону верхнего плеча упора, отклоняет его по часовой стрелке, исключая помехи возврата штанги в исходное положение. В процессе перемещения и на рабочих позициях заготовки ориентированы на штангах зажимными устройствами. Перемещение штанг осуществляется от гидропривода 6 и через систему зубчатых передач 5. Направление перемещению штанг придают ролики 4.

В шаговых механизмах роторного типа (рис. 87, в) заготовки 1, закрепленные на роторе 2, обрабатываются на позициях, а также на проходе. Вал 3 ротора последовательно поворачивается на заданный угол специальным механизмом, приводимым в движение от пневматического или гидравлического привода. Для осуществления периодических движений с заданным шагом исполнительным органом применяются мальтийские, рычажно-шаговые и храповые механизмы.

Мальтийский механизм (рис. 88, а) состоит из кривошипа 3 с роликом 2 и мальтийского креста 1. При вращении кривошипа ролик входит в радиальный паз мальтийского креста и поворачивает его на определенный угол. В момент входа и выхода ролика из паза креста вектор скорости центра пальца ролика должен совпадать по направлению с осью радиального паза. Мальтийский крест вращается при повороте кривошипа на угол $\alpha_{р.х}$ и стоит неподвижно при повороте кривошипа на угол $\alpha_{х.х}$. Положение мальтийского креста фиксируется по цилиндрическому участку диска 4. Число радиальных пазов может составлять 3...12.

Рычажно-шаговые механизмы (рис. 88, б) используются для поступательного перемещения исполнительного органа. В таких механизмах ведущий кривошип 1 периодически входит в зацепление с гребенкой 2 ведомого звена, перемещая его на один шаг, равный $2r$.

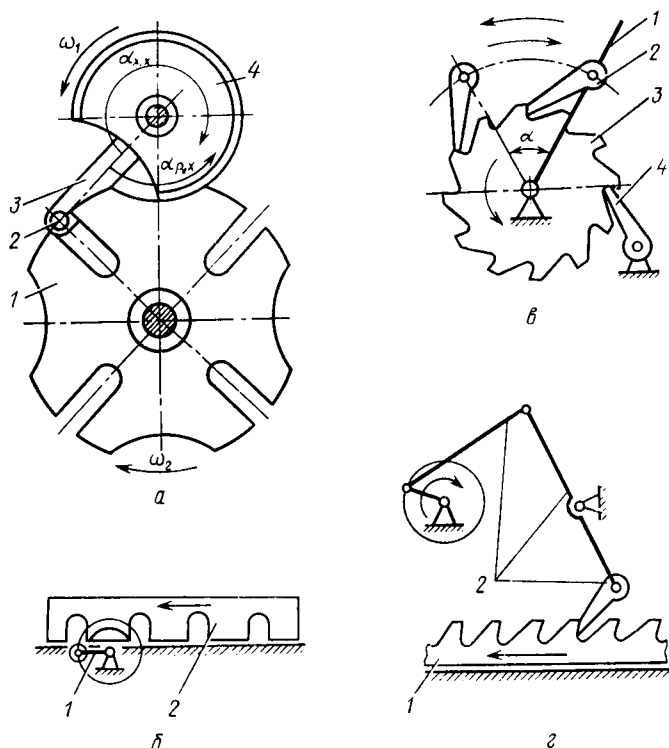


Рис. 88. Исполнительные механизмы шаговых движений:
а — мальтийский; *б* — рычажно-шаговый; *в* — храповой; *г* — храповой с рейкой

Наиболее часто применяют храповые механизмы (рис. 88, *в*), состоящие из ведущего звена 1, с которым шарнирно соединена собачка 2, упирающаяся в зуб ведомого звена 3 (храпового колеса). При рабочем ходе ведущего звена 1 (против часовой стрелки) храповое колесо поворачивается на соответствующий угол α . При обратном ходе звена храповое колесо удерживается за счет сил трения или дополнительной собачкой 4. Для придания поступательного прерывистого движения применяются храповые механизмы, состоящие из рейки 1 и четырехзвенника 2 (рис. 88, *г*).

Механизмы возвратно-поступательного прямолинейного перемещения могут быть использованы для перемещения инструмента (суппорты, рычажно-шарнирные системы) или заготовки (стола, каретки).

Суппорт — это подставка, служащая, для размещения и перемещения инструмента относительно обрабатываемой заготовки. Они, как правило, имеют механизмы одно- и многокоор-

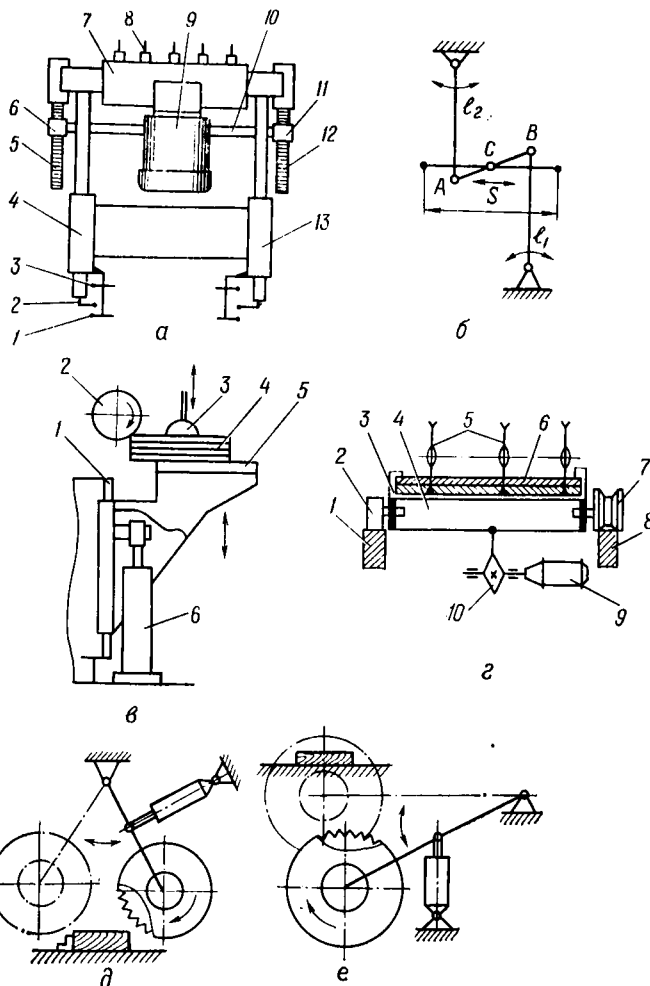


Рис. 89. Механизмы подачи с возвратно-поступательным перемещением: а — суппорт; б — шарнирно-рычажный; в — стол; г — каретка; д — маятниковый, е — балансирующий

динатной настройки. При использовании в качестве элемента механизмов подачи суппорты приводятся в движение от электро-, гидро- и пневмодвигателей.

На рис. 89, а приведена схема механизма подачи сверлильного присадочного станка с суппортом 7, который получает возвратно-поступательное движение от пневмодвигателей 4 и 13. На суппорте 7 смонтирован передаточный механизм резаания от электродвигателя 9 к сверлам 8. В механизме подачи для предупреждения возможного перекоса предусмотрено

выравнивающее устройство, состоящее из двух параллельных зубчатых реек 5 и 12 и вала 10 с зубчатыми колесами 6 и 11. Пневмоцилиндры в данном механизме используются в качестве направляющих. Управление работой пневмодвигателей осуществляется регулируемые упорами 1 и 3 и пневмораспределителями 2.

В рычажно-шарнирных системах используется шарнирный многозвенник для направляющего прямолинейного движения. Он обладает свойством прямолинейности, в котором хотя бы одна точка будет перемещаться по прямой линии на определенном участке. Примером может служить трехзвенный механизм (рис. 89, б), который состоит из двух рычагов l_1 и l_2 , соединенных перемычкой AB , в середине которой установлен двигатель с пилой.

На участке пути S траектория подачи будет близка к прямой. Это будет соблюдаться при определенных соотношениях размеров звеньев: $AB=0,65S$; $l_1=l_2=1,5S$.

Столы в механизме подачи применяются при относительно небольших перемещениях заготовок. На рис. 89, в приведена схема механизма подачи шипорезного ящичного станка ШПА-40. Стол 5, на котором пневмозажимом 3 закрепляется обрабатываемый пакет 4, перемещается по призматическим направляющим 1 от гидроцилиндра 6. Пакет заготовок надвигается на фрезерный вал 2 с установленной скоростью подачи, и при проходе нарезаются шипы.

Каретки в механизмах подачи применяются для больших перемещений обрабатываемых объектов в круглопильных, ленточнопильных, форматных, фрезерных и шипорезных станках. На рис. 89, г приведена схема механизма подачи с кареткой на форматном станке для раскроя плит. Каретка 4 перемещается на колесах 2 и 7 по направляющим плоской 1 и призматической 8 формы. Привод осуществляется тяговой цепью 10 от мотора-редуктора 9. Плиты 6 укладывают на каретку и фиксируют боковыми зажимами 3. При перемещении каретки мимо пил 5 происходит раскрой плит на заданный формат. Конструктивное исполнение кареток многообразно и зависит от назначения станка.

Механизмы криволинейного перемещения служат для осуществления движения подачи механизмов резания. Различают маятниковые механизмы (рис. 89, д) с вертикальным расположением рычага и балансирные механизмы (рис. 89, е) с горизонтальным расположением рычага. Качательные движения рычагов при выполнении рабочего или холостого ходов производятся от гидро- или пневмодвигателей. Эти механизмы применяются для поперечного распиливания пиломатериалов.

Механизм подачи с фрикционной связью. В мебельных производствах в основном используют механизмы с непрерывным

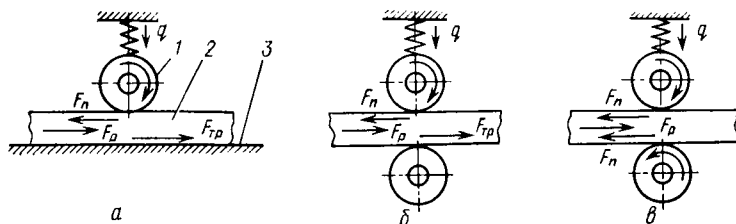


Рис. 90. Расчетные схемы механизма вальцово́й подачи:

1 — валец; 2 — заготовка; 3 — стол

движением вальцового, конвейерного и вальцово-конвейерного типов.

Вальцовые механизмы применяют в механизмах подачи деревообрабатывающих машин с непрерывной продольной подачей заготовок. Эти механизмы состоят из различного числа верхних и нижних валцов с гладкой металлической, рифленой или покрытой фрикционным материалом рабочей поверхностью. Для обеспечения надежного фрикционного сцепления вальца с древесиной необходимо создать соответствующей величины давление.

Имеется ряд расчетных схем механизмов подачи вальцового типа с фрикционной связью (рис. 90). Усилие подачи F_n , создаваемое подающим элементом, должно быть больше сопротивления сил резания F_p и сил трения $F_{тр}$, направленных противоположно движению. Сумма проекций сил на направление подачи по условию равновесия составит

$$F_n - F_{тр} - F_p = 0. \quad (138)$$

Для перемещения заготовки должно соблюдаться условие $F_n > F_{\Sigma}$, где F_{Σ} — суммарная сила сопротивления подачи.

Введя коэффициент запаса $\alpha = 1,3 \dots 1,5$, получим

$$F_n = \alpha F_{\Sigma}. \quad (139)$$

Силы сопротивления определяются видом технологического процесса и конструкцией механизма подачи.

В механизме, показанном на рис. 90, а заготовка 2 располагается на установочной базовой поверхности 3, а приводной валик 1 создает усилие подачи

$$F_n = q\varphi, \quad (140)$$

где φ — коэффициент сцепления валика с древесиной; q — сила прижима валика.

Сила трения определяется по формуле

$$F_{\text{тр}} = (G + q \pm F_{Z, x}) f, \quad (141)$$

где G — сила тяжести заготовки; $F_{Z, x}$ — вертикальная (горизонтальная) проекция составляющих сил резания; f — коэффициент трения скольжения древесины по столу ($f \approx 0,3$).

Сила сопротивления подаче

$$F_{\Sigma} = F_X + (G + q \pm F_Z) f. \quad (142)$$

Подставляя F_{Σ} сил в выражение (139), получим

$$q\varphi = \alpha [F_X + (G + q \pm F_Z) f]. \quad (143)$$

Тогда усилие прижима

$$q = \frac{\alpha [F_X + (G + F_Z) f]}{\varphi - \alpha f}. \quad (144)$$

Из последних выражений видно, что надежность механизма подачи зависит от величины коэффициента сцепления φ и усилия прижима q . Чем меньше значение разности $(\varphi - \alpha f)$, тем больше q . Но до бесконечности увеличивать силу прижима нельзя, так как произойдет сильное смятие древесины вплоть до разрушения. Величина φ зависит от диаметра подающего валика, а также от материала и вида его рабочей поверхности. Для гладких стальных валиков с радиусом 50...125 мм $\varphi = 0,25 \dots 0,4$, для рифленых и покрытых резиной $\varphi = 0,45 \dots 0,8$.

Значительно повышается эффективность механизма подачи при замене трения скольжения трением качения (рис. 90, б). В механизмах, работающих по принципу трения качения, верхний или нижний валик приводной. Силы сопротивления возникают при перекатывании неприводного валика по древесине и в его подшипниковой опоре. Тогда составляющая силы сопротивления при вращении ролика

$$F_{\text{тр}} = (q + G \pm F_Z) \mu, \quad (145)$$

где μ — приведенный коэффициент трения качения ролика и скольжения его оси в подшипниках ($\mu = 2C + d'f'/D$); C — коэффициент трения качения валика по древесине ($C \approx 0,04$ см); d' — диаметр оси валика, см; f' — коэффициент трения в подшипнике скольжения валика ($f' = 5 \cdot 10^{-4} \dots 9 \cdot 10^{-4}$); D — диаметр валика, см.

Ввиду малого значения f' произведением $d'f'$ можно пренебречь. Тогда $\mu = C/r$, где r — радиус валика, см.

Если $f \approx 0,3$ и $C = 0,04$ см, то при $r = 5$ см $\mu = 0,008$, т. е. приведенный коэффициент трения качения μ на два порядка ниже коэффициента трения скольжения f .

Если сила тяжести заготовки мала, то ею можно пренебречь, и формула (145) примет вид $F_{\text{тр}} = (q \pm F_Z) C/r$. В этом случае

суммарная сила сопротивления $F_{\Sigma} = F_x + (q \pm F_z) C/r$. Тогда сила подачи определится по формуле

$$F_n = q\varphi = \alpha [F_x + (q \pm F_z) \mu]. \quad (146)$$

Сравнивая данное выражение с формулами (140) и (144), можно заметить, что потребная сила подачи по рассматриваемой схеме значительно меньше, потому что величина $\mu \ll f$. Усилие прижима q для создания необходимого тягового усилия при тех же условиях резания требуется значительно меньше.

Если оба валика сделать приводными, то эффективность вальцовой подачи повысится (рис. 90, в), так как исключатся силы сопротивления трению, а сила, развиваемая обоими подающими вальцами, идет на преодоление сил сопротивления: $2q\varphi = \alpha F_x$. Если принять $\alpha = 1,5$, то $q = 0,8 F_x / \varphi$.

Подающие вальцы деревообрабатывающих станков могут быть гладкие и рифленные (рис. 91, а). Рифли выполняются обычно трапецевидными с углом 60° . По конструктивному исполнению вальцы могут быть цельные и секционные (рис. 91, б, в). Цельные вальцы устанавливают на автоподатчиках фуговальных, фрезерных, четырехсторонних и круглопильных станков.

Секционные длинные вальцы применяются в механизмах подачи реймусовых станков. Конструктивное исполнение их различно, но принцип работы одинаков. Каждая секция шириной 20...50 мм обеспечивает за счет возможности относительного перемещения в радиальном направлении гарантированный прижим заготовок при обработке их в несколько ручьев и наличии разнотолщинности. Секции 3 монтируются на ведущем валу 2 и получают вращательное движение от лепестков этого вала. Относительное положение секций фиксируется пружинами 1. Внутренний фигурный профиль секций допускает их радиальное перемещение, что позволяет одновременно обрабатывать бруски с разнотолщиной до 6 мм. Жесткость пружин обеспечивает необходимое усилие подачи. В качестве упругих элементов применяют также резиновые амортизаторы 4 (рис. 91, в).

Привод подающих вальцов обычно осуществляется от электродвигателя через цепную и зубчатую передачи. Применяются компактные приводы — моторы-вариаторы-редукторы.

Конвейерные механизмы подачи (рис. 92) обеспечивают более надежную подачу за счет большой площади рабочей поверхности и равномерного распределения давлений. Удельное давление значительно меньше, чем при вальцовой подаче, значит, тяговое усилие можно увеличить без повреждения поверхности заготовки. При конвейерной подаче обеспечивается прямолинейность обработанной поверхности. Но такой механизм имеет значительную массу исполнительного органа, что

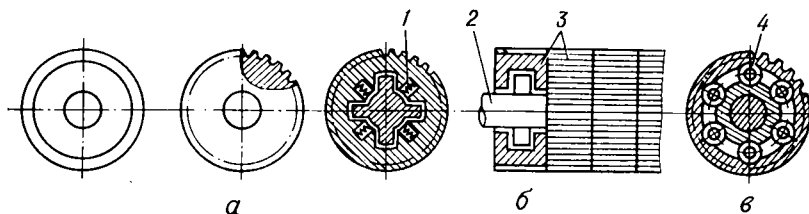


Рис. 91. Подающие вальцы:

а — цельные гладкий и рифленый; *б* — рифленый секционный; *в* — с резиновыми амортизаторами

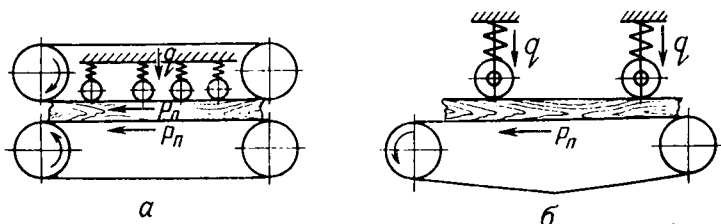


Рис. 92. Механизмы подачи конвейерного типа:

а — двухконвейерный; *б* — конвейерный с прижимными роликами

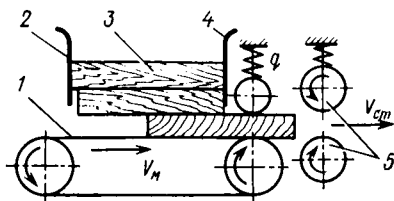
приводит к интенсивному износу направляющих конвейера и ограничению скорости подачи.

На рис. 92, *а* показан двухконвейерный механизм подачи. Оба конвейера приводные, а для создания тягового усилия нижняя ветвь верхнего конвейера упругими элементами поджимает заготовку. Такие системы обычно применяют при обработке коротких заготовок и листовых материалов. По другой схеме (рис. 92, *б*) конвейерной подачи с верхними прижимными роликами, которые могут быть приводными, значительно усложняется привод и требуется синхронизация конвейера и приводных роликов. Расчеты усилий подачи аналогичны расчетам при вальцовой подаче.

47. Загрузочно-разгрузочные устройства

Имеются типовые решения загрузочно-разгрузочных устройств. Загрузочное устройство называют питателем, разгрузочное — укладчиком. Загрузочные устройства классифицируют по ряду признаков: по типу питателей и видам заготовок на устройства для брусковых деталей и для щитовых деталей, по способу размещения заготовок в емкостях — на магазинные, бункерные и штабельные, по степени встраивания в рабочую машину — на встроенные, автономные и навесные.

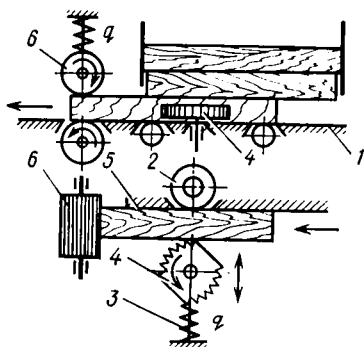
Магазинными называются устройства с ориентированным размещением заготовок в один, как обычно, ряд. Они предна-



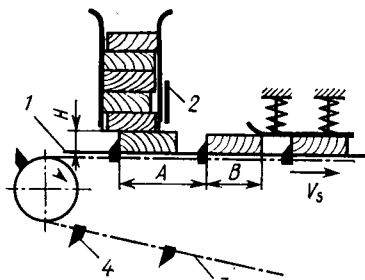
a

Рис. 93. Магазинные питатели:

a — с фрикционной лентой; *б* — с зубчатым диском; *в* — с цепью с упорами



б



в

значены для питания станков брусковыми заготовками и различаются схемой выдачи заготовок в станок (рис. 93): фрикционной лентой, зубчатыми дисками, цепью или лентой с упорами и кулисным толкателем. Последняя схема применяется редко.

Однорядные магазинные устройства (рис. 93, *a*) с выдачей фрикционной лентой отличаются простотой конструкции, надежностью в работе при загрузке чистовых заготовок небольших размеров. Питатели для продольной и поперечной выдачи брусков работают по одному и тому же принципу. Боковые стойки образуют переднюю 4 и заднюю 2 решетчатые стенки, между которыми помещается пакет 3 заготовок высотой 0,5...0,6 м.

Одна из боковых стенок магазина выполняется подвижной для настройки на ширину обрабатываемых заготовок. При выдаче фрикционной лентой 1 нижняя заготовка пакета, увлекаемая фрикционной силой тяги, досылается в механизм подачи 5 станка.

Сила фрикционной тяги $F_{\text{п}}$ должна быть больше силы трения $F_{\text{тр}}$ верхней поверхности движущегося бруска о древесину:

$$F_{\text{п}} = G\varphi; \quad F_{\text{тр}} = G_1(n-1)f;$$

$$F_{\text{п}} > F_{\text{тр}},$$

(147)

где G — сила тяжести пакета; G_1 — сила тяжести одного бруска; φ — коэффициент сцепления; f — коэффициент трения покоя древесины о древесину; n — число заготовок в магазине.

$G\varphi = \alpha[G_1(n-1)f]$, где $\alpha = 1,3 \dots 1,5$ — коэффициент запаса.

Устройство, показанное на рис. 93, б имеет приводной зубчатый диск 4 и гладкий неприводной ролик 2. Зубчатый диск при настройке на ширину заготовки перемещается, к заготовке он прижимается пружиной 3. При вращении зубчатый диск, сопригаясь с боковой поверхностью нижней заготовки 5, посылает ее в механизм подачи 6 станка. На зубчатом диске имеется лыска, при параллельном положении которой направлению подачи, заготовка попадает на стол 1 между диском и роликом.

Магазинные питатели с упорами (рис. 93, в) широко применяются при поперечной подаче заготовок в круглопилильных станках, концевых пилах, двусторонних шипорезных станках, а также в автоматических транспортных устройствах. Нижняя заготовка пакета базируется на направляющих 1 и захватывается упорами 4, которые закреплены на звене конвейера 3. Регулирование устройства на высоту заготовки H производится перемещением щитка 2 на передней стенке магазина. Шаг A между упорами устанавливается больше ширины B заготовки с тем, чтобы обеспечить укладку очередной заготовки на ленту конвейера. Величину $A-B$ можно определить из соотношения

$$A-B \geq vt_0,$$

где v — скорость конвейера, м/с; t_0 — длительность падения очередной заготовки на направляющие, с

$$t_0 = \sqrt{2H/g},$$

где g — ускорение свободного падения, см/с²; H — толщина заготовки, см.

Питатели с кулисным толкателем применяются в станках, обрабатывающих короткие детали равной длины.

Длительность действия магазинных устройств небольшая. Увеличение длительности действия автоматических систем достигается применением бункерных и штабельных загрузочных устройств. Схема бункерного питателя показана на рис. 94, а. Пакет 2 заготовок автопогрузчиком или другими транспортными средствами доставляется к питателю и устанавливается на напольный конвейер 1. При включении конвейера пакет перемещается к наклонной плоскости 3, которая установлена под углом 40°. По мере перемещения пакета ряды заготовок последовательно опрокидываются на наклонную плоскость и попадают в бункер, образованный этой плоскостью и цепным элеватором 4. Упавшие заготовки воздействуют на конечный включатель ВК, который включает наклонный элеватор и выключает напольный конвейер. Элеватор 4 представляет собой цепной конвейер, состоящий из четырех цепей с захватами, которые за-

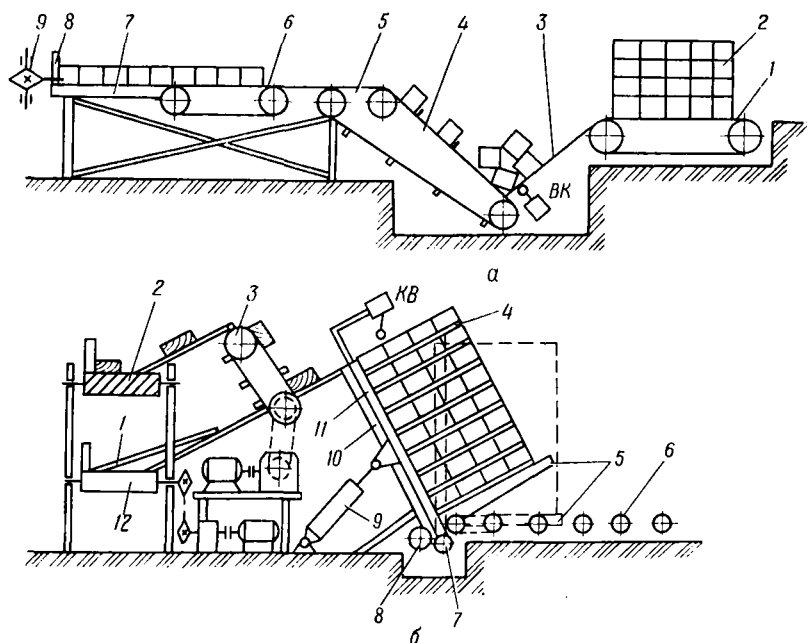


Рис. 94. Загрузочные устройства брусковых деталей:
а — бункерный; б — штабельный

бирают заготовки и выносят их на горизонтальный участок 5 элеватора. За горизонтальным участком следует стол с ременным конвейером-ускорителем 6. Заготовки ускорителем 6 перемещаются на гладкую часть стола 7 и прижимаются к продольной направляющей линейке 8. Здесь деталь захватывается упором горизонтального цепного конвейера 9 и подается в механизм подачи обслуживаемого станка.

Схема штабельного питателя для загрузки брусков из наклонного пакета с прокладками приведена на рис. 94, б. Сформированный пакет с прокладками по роликовому конвейеру 6 подается на стол 5 в его загрузочном положении. Передней стенкой пакет упирается в стойки 11, являющиеся направляющими стола, по которым он может перемещаться при подъеме пакета от гидравлического или механического привода 8. Стойки со столом поворачиваются на оси 7 гидравлическим приводом 9 до упора в опорные балки 10. Вместе со стойками наклоняется и пакет заготовок 4. При совмещении стоек с балками выключается гидравлический привод поворота и включается механизм подъема стола с пакетом. При подъеме верхний ряд пакета воздействует на конечный выключатель КВ и механизм подъема выключается.

Под действием силы тяжести верхний ряд заготовок сползает по наклонной плоскости к цепному конвейеру 3, который своими упорами поштучно выдает их на винтовой конвейер 2 с последующим транспортированием к станку. Прокладки 1 сползают между цепями конвейера 3, упираются передними концами в поверхность ленточного конвейера 12, который передает их к месту формирования пакета.

Загрузочные устройства для щитовых деталей несколько отличаются от устройства для брусковых деталей. Это связано с различиями формы и размеров этих деталей. Благодаря большей площади щитовых заготовок создаются благоприятные условия для их пакетирования и транспортировки без разрушения.

Наиболее распространены схемы загрузочных устройств для щитовых деталей с выдачей верхней заготовки путем смещения ее в горизонтальной или вертикальной плоскости. В первом случае для смещения используется толкатель или прорезиненные вальцы, во втором — вакуум-присосы или захваты. Подступные столы в устройствах перемещаются в вертикальном направлении. Чаще применяются гидравлические и рычажные механизмы перемещения стола.

Устройство с рычажным механизмом подъема (рис. 95) используется в автоматических линиях по обработке щитовых деталей мебельного производства.

В начале работы платформа 2 находится в нижнем положении. Пакет щитов с платформы 1 приводными роликами транспортируется на подъемную платформу 2, которая через систему рычагов поднимается гидроцилиндром 3. Ее подъем продолжается до тех пор, пока верхний щит не нажмет на конечный выключатель ВК. При этом включается и пневмотолкатель 4 и верхний щит подается в механизм подачи станка. Обратная схема может быть использована как автоукладчик. Тогда щиты будут приниматься платформой 2 в верхнем исходном положении и периодически опускаться на толщину щита h . В крайнем положении сформированный пакет высотой H по роликовому конвейеру сдвигается на платформу 1.

Можно определить длительность непрерывной работы T_p линии (станка) при разовой загрузке платформы, зная характеристики пакета и скорость подачи в станке. Например, $H = 800$ мм, $h = 20$ мм, $l = 1,5$ м, $v = 6$ м/мин. Тогда

$$T_p = Hl/hv = 800 \cdot 1,5 / (20 \cdot 6) = 10 \text{ мин.}$$

Вместо толкателя для перемещения верхнего щита можно применять пневматические вальцы (рис. 96, а). По такой схеме осуществляется подача деталей при облицовывании пластей, шлифовании, отделке лаками. Так, при облицовке пластей щитов пакет 2 шпона укладывается на подъемный стол 1. Подающие валики 4 навесного устройства приводятся во вращение от

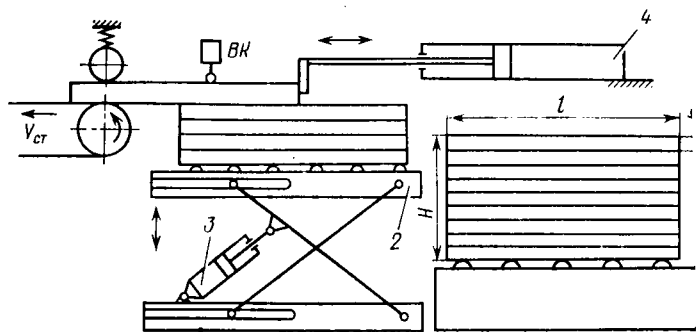


Рис. 95. Загрузочно-разгрузочное устройство рычажного типа

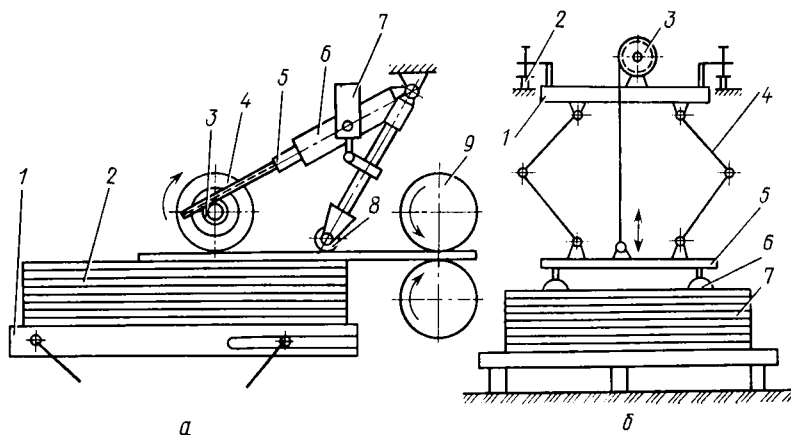


Рис. 96. Загрузочно-разгрузочные устройства для шпона и щитов:
а — с пневматическими вальцами; б — с вакуумными присосами

пневмоцилиндра 6 через шток-рейку 5 и зубчатое колесо 3, подавая верхний лист к клеенамазывающим вальцам 9. Подающие валики фиксируются относительно поверхности шпона роликом 8. При холостом ходе штока цилиндр с валиками поднимается пневмоцилиндром 7.

Схема на рис. 96, б применяется для загрузки и выгрузки щитовых материалов. Каретка 1 перемещается по направляющим 2. На каретке смонтирован шарнирный четырехзвенник 4, на траверсе 5 которого установлены вакуумные присосы 6. Отбор щитов из пакета 7 происходит путем вертикального их смещения. Подъем и опускание щита осуществляются лебедкой 3.

48. Зажимные и прижимные устройства

При любой схеме обработки заготовок — проходной или позиционной — требуется ориентация их относительно базирующих элементов станка. При позиционной обработке заготовка в результате базирования лишается всех степеней свободы. При проходной обработке заготовка обычно имеет одну степень свободы и может перемещаться относительно установочной базовой поверхности по направлению подачи. В обоих случаях требуются приспособления, создающие условия замкнутых двухсторонних связей, т. е. делающих заготовку неподвижной в определенных направлениях. Такими приспособлениями являются зажимные и прижимные устройства.

Разработаны разнообразные зажимные и прижимные устройства, но по принципу действия их можно разделить на четыре вида: винтовые, эксцентриковые, пневматические и пружинные. В современных станках наиболее широко применяют поршневые (пневматические), эксцентриковые и пружинные устройства.

Зажимы пневматические (рис. 97, а) могут быть поршневые и диафрагменные, двух- и одностороннего действия. Эти устройства являются быстродействующими, с легким ручным или автоматизированным управлением.

В общем случае без учета потерь на трение усилие зажима на штоке для цилиндра двустороннего действия определяется по формуле

$$F_3 = 10^2 P \pi D^2 / 4, \quad (148)$$

где F_3 — усилие на штоке, Н; D — диаметр поршня, см; P — давление в воздушной сети, 0,5 МПа.

Усилие на штоке в одностороннем цилиндре меньше из-за потери энергии на сжатие пружины:

$$F_3 = 10^2 D^2 \pi P / 4 - q, \quad (149)$$

где q — сила сопротивления пружины, Н.

Диафрагменные цилиндры отличаются компактностью, малой массой, отсутствием трущихся поверхностей, но имеют ограниченный ход штока (30...35 мм).

Усилие на штоке диафрагменного одностороннего цилиндра

$$F_3 = 20 (D + d)^2 P - q, \quad (150)$$

где D — внутренний диаметр по контуру зажима диафрагмы, см; d — диаметр диска на диафрагме, см; F_3 — усилие на штоке, Н; P — давление в сети, МПа.

Гидравлические зажимы аналогичны пневматическим, но работают при давлении в гидросети 5...6,5 МПа.

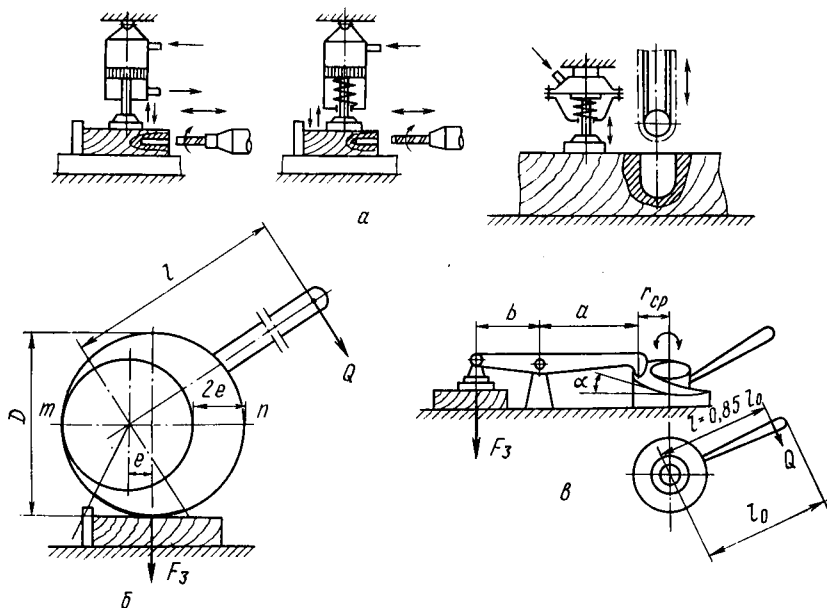


Рис. 97. Зажимные устройства:
 а — пневматическое; б — эксцентриковое; в — кулачковое торцевое

Эксцентриковые и кулачковые зажимные устройства (рис. 97, б) работают за счет радиального усилия, развиваемого при изменении расстояния от центра вращения эксцентрика или кулачка до рабочей поверхности. К эксцентриковым относят механизмы с профилем звена, очерченного по дуге окружности, к кулачковым — с профилем звена, очерченной по математической кривой. Эти устройства применяются, когда не требуются большие силы зажима. Эксцентрик может зажимать изделие любой точкой половины окружности между точками m и n . Практически используется участок в диапазоне углов $60 \dots 90^\circ$. Для обеспечения самоторможения на рабочем участке рекомендуется, чтобы $D/e \geq 14$, где e — эксцентриситет.

Величина зажимного усилия эксцентрикового устройства определяется по формуле

$$F_3 = \frac{Ql}{2e/\pi + Df}, \quad (151)$$

где Q — сила, приложенная к рукоятке, Н; l — плечо, мм; e — эксцентриситет, мм; D — диаметр эксцентрика, мм; f — коэффициент трения на поверхности эксцентрика.

Величина усилия на рычаге обычно принимается $Q = 40 \dots 80$ Н.

Применяются торцевые кулачки (рис. 97, в), рабочий профиль которых сформирован по винтовой линии. Кулачок снабжается рукояткой. При повороте кулачка двуплечий рычаг зажимает заготовку. Сила зажима определяется, как в винтовых устройствах, с учетом передаточного отношения рычага:

$$F_3 = \frac{Ql}{r_{cp} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)} \frac{a}{b}, \quad (152)$$

где Q — сила на рукоятке, Н; l — плечо, мм; r_{cp} — средний радиус скольжения опорной точки плеча рычага, мм; α — угол подъема линии профиля кулачка; φ — угол трения; a, b — длины плеч рычага.

Примеры расчета зажимов приведены ниже.

Пример 1. Эксцентриковый зажим. Прилагается сила $Q=50$ Н на плечо $l=136$ мм. Средний диаметр эксцентрика $D_{cp}=48$ мм; коэффициент трения $f=0,25$; эксцентриситет $e=3$ мм.

$$\text{Усилие зажима } F_3 = \frac{Ql}{2e/\pi + Df} = \frac{50 \cdot 136}{2 \cdot 3/3,14 + 48 \cdot 0,25} = 489 \text{ Н.}$$

В этом случае $D/e=16>14$.

Пример 2. Торцовый кулачковый зажим. Определить усилие зажима при $Q=50$ Н; $\alpha=\varphi=5^\circ 30'$; $r_{cp}=20$ мм; $l=130$ мм; $a=60$ мм; $b=50$ мм.

Подставляя значения данных в формулу, получим

$$F_3 = \frac{Ql}{r_{cp} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)} \frac{a}{b} = \frac{50 \cdot 130}{20 \cdot \operatorname{tg} 11^\circ} \frac{60}{50} = 2010 \text{ Н.}$$

Пример 3. Диафрагменный пневматический зажим. Определить усилие зажима при следующих данных. Диаметр диафрагмы по контуру зажима $D=11$ см, диаметр диска $d=8$ см, давление в сети 0,4 МПа. Пружина предварительно сжимается с усилием $q_0=80 \dots 150$ Н. Коэффициент жесткости пружины $K=1,5 \dots 3,5$ Н/см. В расчетах примем $q_0=120$ Н; ход штока $S=2$ см, коэффициент жесткости $K=2$ Н/см.

Сила сопротивления пружины при такой величине хода будет $q=q_0+KS=120+2 \cdot 2=124$ Н. Усилие зажима на штоке $F_3=20(D+d)^2 P-q=20(11+8)^2 \cdot 0,4-124=2764$ Н.

На станках с проходной обработкой заготовки прижимают к базирующим поверхностям роликовыми элементами (рис. 98, а). Ролик 1 в прижимном устройстве устанавливается на оси штока 4, который перемещается в осевом направлении цилиндра 2. Цилиндр закрепляется на подвижной балке 3, которая при наладке станка может перемещаться по колонне 7 в вертикальном направлении. Усилие прижима создается за счет упругости пружины 5 колпачком 6.

В некоторых станках в качестве прижимных элементов используются плоские пружины (рис. 98, б).

На форматных и шипорезных станках с проходной обработкой применяют прижимные устройства с гибкой лентой (клиновой ремень) (рис. 98, в). Несущим элементом устройства является рама 2, на которой смонтированы опоры шкивов 1 и 6. Опора шкива 6 подвижная, что позволяет производить натяжение ленты 4 натяжным механизмом 5. Жесткость ленте при-

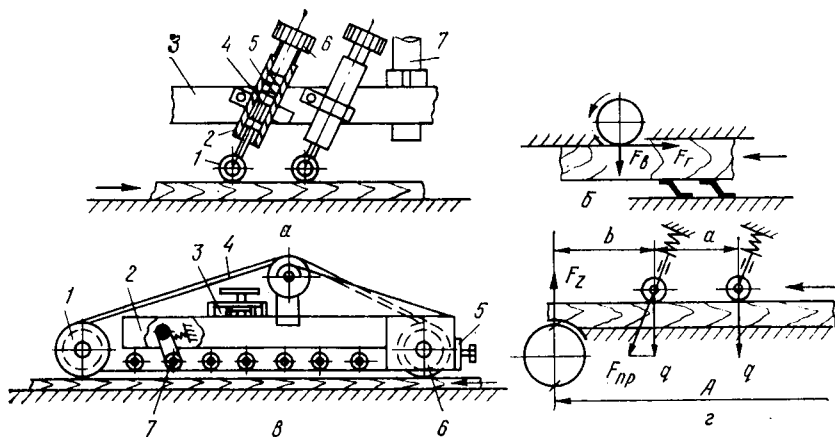


Рис. 98. Прижимные устройства:

а — роликовое; *б* — пружинное; *в* — гибкой лентой; *г* — расчетная схема

дают ролики 7, закрепленные на осях подпружиненных кронштейнов. Рама 2 установлена на суппорте 3, что позволяет производить наладку прижимного устройства.

Прижимные устройства, не участвующие в создании усилия подачи, предназначены для лишения заготовки степени свободы в направлении действия вертикальной составляющей силы резания. Заготовка под действием этой силы стремится к опрокидыванию (рис. 98, *г*). Здесь наблюдается действие момента $F_z \cdot A$, где A — величина переменная в процессе обработки заготовки. Для надежной работы необходимо выполнить условие

$$F_z \cdot A \leq [A - (b + a(n - 1)/2)] qn,$$

где b — расстояние от первого прижимного элемента до точки приложения силы; a — расстояние между прижимными элементами; n — число прижимных элементов; q — величина усилия прижима.

Ввиду того, что древесина упруго-пластична, эффективно работают лишь 2 или 3 прижимных элемента. Принимая коэффициент надежности равным 4, будем иметь при $n = 2$

$$q = \frac{2A}{A - (b + a/2)} F_z. \quad (153)$$

Определив величину усилия прижима q элемента и исходя из конструкции устройства, можно определить настроечную величину (например, сжатия пружины) упругого элемента

$$F_{np} = q / \sin \alpha. \quad (154)$$

Контрольные вопросы

1. Какие бывают двигательные механизмы? 2. Какие механизмы резания применяются в деревообрабатывающих станках? 3. Какие Вы знаете виды механизмов подачи? 4. Какие имеются загрузочно-разгрузочные устройства? 5. Как рассчитывается сила тяги вальцового механизма? 6. Какие зажимные устройства применяются в конструкциях деревообрабатывающих станков?

Раздел 4. КОНСТРУКЦИИ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

Глава 10. СТАНКИ ДЛЯ ДЕЛЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

49. Ленточнопильные станки

Режущий инструмент ленточнопильных станков представляет собой бесконечную пильную ленту, охватывающую рабочие шкивы, расположенные вертикально или горизонтально. В большинстве случаев шкивы расположены вертикально. Ленточнопильные станки применяют для продольного распиливания бревен, брусьев, криволинейного, продольного и поперечного распиливания пиломатериалов, а также листовых древесных материалов. В зависимости от выполняемых технологических операций ленточнопильные станки подразделяют на три основных группы: бревнопильные для продольного распиливания бревен; делительные для ребрового распиливания горбылей, толстых досок и брусьев; столярные для распиливания досок и брусков на заготовки, а также для выпиливания криволинейных деталей.

Станки столярного типа широко применяются в мебельных производствах. Общий вид и кинематическая схема столярного ленточнопильного станка ЛС40-1 показана на рис. 99. Станок состоит из станины, пильного механизма, стола, органов управления и ограждения. Станина 10 — литая чугуновая, коробчатой формы. На ее боковой стороне смонтирован шкаф электроуправления с блоком автоматического выключения 1 и тумблером 2 переключателя режима работы. Над шкафом располагается пульт управления 5 с кнопками «Пуск» и «Стоп». На станине монтируется пильный механизм, состоящий из двух рабочих шкивов 11 и 13, пильной ленты 12, наладочного устройства и электропривода 28. Верхний шкив смонтирован на консольной оси, которая закреплена на суппорте 14. Суппорт перемещается по направляющим качающейся относительно оси 24 плиты 15,

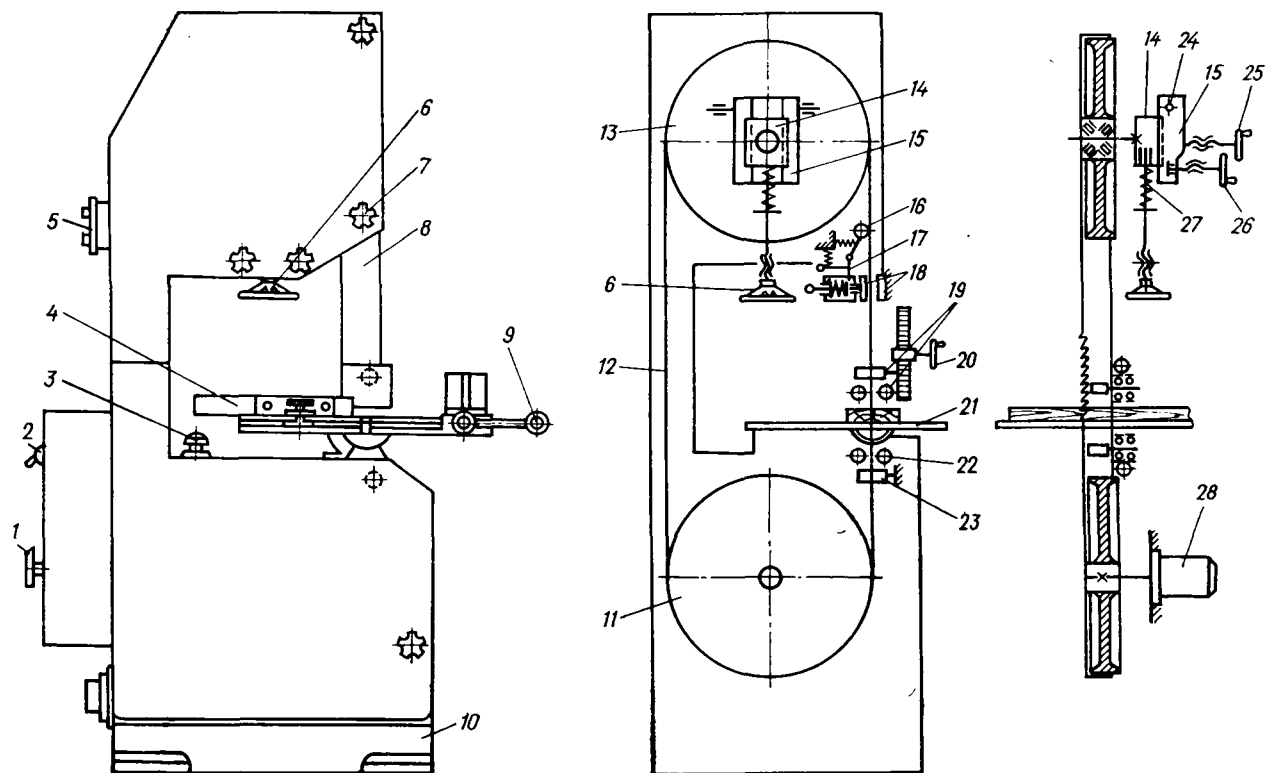


Рис. 99. Ленточнопильный станок ЛС40-1

положение которой можно менять маховичками 25 и 26 при регулировке положения пильной ленты на шкивах для предотвращения ее сбega. Натяжение пильного полотна осуществляется перемещением суппорта 14 с помощью маховичка 6 и винтовой передачи. Необходимое натяжение пильной ленты во время работы при тепловом и механическом ее удлинении поддерживается автоматически пружиной 27, расположенной на винте перемещения суппорта.

Нижний шкив неподвижно закреплен на валу фланцевого электродвигателя 28, который устанавливается на станине станка. Обрабатываемая заготовка базируется на столе 21, смонтированном на станине и имеющем поворотную опору, которая обеспечивает его наклон до 45°. На поверхности стола имеется поперечная линейка 4 и продольная линейка с ручной фиксацией 9. Щетки для очистки ленты управляются кнопкой 3.

Для предотвращения травматизма рабочая часть пилы закрыта подвижным ограждением 8. Его можно устанавливать в зависимости от толщины обрабатываемого материала. Положение ограждения фиксируется винтом 7. Большую устойчивость пильной ленте в рабочей зоне придает подвижное верхнее 19 и неподвижные нижние 22 и 23 направляющие устройства, каждое из которых состоит из двух боковых и одного опорного роликов. Верхнее устройство перемещается по высоте с помощью зубчатого механизма и маховичка 20.

Станок оборудован контактно-рычажным ловителем пильной ленты в случае ее обрыва. Ролик 16 скользит по боковой поверхности ленты. При ее обрыве он под действием пружины смещается, и зуб храповика 17 срывается с курка, освобождая пружину подвижной тормозной колодки 18, которая прижимает пильное полотно к неподвижной тормозной колодке. При срабатывании ловителя отключается и двигатель привода. Как все ленточнопильные станки, столярные станки оборудованы блокирующими устройствами, обеспечивающими невозможность пуска станка при открытом ограждении шкивов или ненадетой и ненатянутой ленте.

Технические характеристики столярных ленточнопильных станков

	ЛС40-1	ЛС80-60-6С
Диаметр пильного шкива, мм	400	800
Высота пропила, мм	200	400
Частота вращения шкива, мин ⁻¹	1450	720; 950
Толщина пилы, мм	0,7 . . .	0,92
Мощность электродвигателя привода механизма резания, кВт	2,2	5,5

Наладку ленточнопильных станков проводят в следующей последовательности.

1. Выбор пильной ленты в зависимости от типа станка и характера выполняемой технологической операции. При криво-

линейном распиливании ширина ленты должна быть 10...15 мм. Толщину пилы принимают не более 0,001 диаметра пильного шкива. Перед установкой пильной ленты в станок проверить спайку ленты в месте стыка, качество заточки, развод (плющение). Рекомендуется пользоваться пилами только с прямой спайкой.

2. Установка пильной ленты. Опустив верхний шкив, надевают пильную ленту сначала на него, а затем на нижний шкив. Натяжение пильной ленты осуществляется поднятием верхнего шкива и контролируется по показанию пружинного устройства или положению груза. Для устойчивой работы режущего инструмента величина напряжения в пильной ленте должна быть 15...50 МПа в зависимости от ширины и толщины ленты. Положение ленты на шкивах регулируют поступательным перемещением ленты вручную и изменением положения верхнего шкива регулировочными устройствами. Пила должна устойчиво располагаться на шкивах так, чтобы зубья ее выступали за край обода шкивов. Правильность движения ленты проверяют при кратковременном включении станка.

3. Регулирование направляющих устройств. Верхнее направляющее устройство устанавливают над верхней пластью обрабатываемой заготовки на расстоянии 10...15 мм. Зазор между боковыми направляющими и полотном пилы 0,05...0,10 мм с каждой стороны для всех видов станков. Нижние направляющие устанавливают стационарно. Передняя кромка направляющих должна быть расположена на расстоянии 5...10 мм от впадины зубьев. Опорный задний ролик предотвращает сползание пилы, на холостом ходу между ним и пилой должен быть зазор.

4. На стоярных станках для прямолинейного распиливания устанавливают направляющую линейку на расстоянии от полотна пилы равном ширине выпиливаемой заготовки. При массовом производстве криволинейных деталей рекомендуется пользоваться шаблоном. При пропилах под углом к базовой поверхности стол станка наклоняют на соответствующий угол.

5. Установка всех ограждающих устройств.

6. Регулирование тормоза остановки механизма резания. При отключении двигателя тормоз должен сработать в автоматическом режиме и остановить шкив за 4...6 с. При наличии ножного тормоза необходимо отрегулировать минимальный (5 мм) зазор между поверхностью обода тормозного шкива и поверхностью тормозных колодок.

7. При наличии механизма подачи устанавливают необходимую скорость подачи.

50. Круглопильные станки для продольного распиливания

В круглопильных станках в качестве режущего инструмента используется круглая пила. Эти станки широко применяются в деревообрабатывающих производствах для осуществления продольного, поперечного и под углом к волокнам распиливания древесины, а также форматного распиливания плитных древесных материалов. Эти станки могут быть одно- и многопильные, с нижним и верхним расположением пил, с ручной и механизированной подачей. В качестве исполнительных элементов широко используются вальцы и конвейеры.

Наиболее просты по конструкции и в эксплуатации станки с ручной подачей, которые могут быть с кареткой и без нее. На них можно производить распиливание вдоль волокон, поперек и под углом к ним. Эти круглопильные станки называют универсальными. Для распиливания в каждом из направлений относительно волокон используются станки специальных групп. На рис. 100 показана схема станка с ручной подачей. Станина станка — литая, коробчатой формы. Внутри нее на двух качающихся шарнирно связанных плитах 8 устанавливают пильный вал с дисковой пилой 1 и электродвигатель 9. Крутящий момент от двигателя к диску пилы передается через клиноременную передачу. Положение пильного диска и электродвигателя в вертикальной плоскости в зависимости от толщины обрабатываемой заготовки меняется вращением маховичка 7.

Для обеспечения безопасности при эксплуатации пила снизу закрепляется глухим ограждением 2, служащим одновременно каналом для отвода опилок, а сверху — ограждением 5. Для предотвращения скобления пропиленных поверхностей зубьями венца холостой части пилы и предотвращения выброса заготовки устанавливают расклинивающий (направляющий) нож 3 и зубчатый сектор 4. Для прохода пилы в столе имеется окно, по длине соответствующее диаметру пилы, в которое вставляется деревянный вкладыш. Базовыми элементами станка являются поверхность стола, направляющая линейка 6 и подвижной угольник 11. Направляющая линейка перемещается при повороте маховичка 10 в направлении перпендикулярном плоскости диска пилы.

Подвижный угольник перемещается по профильному пазу стола в плоскости, параллельной диску пилы. Его можно устанавливать на заданный угол при торцовке деталей. В некоторых моделях стол станка может быть подъемным. На станках с ручной подачей устанавливают круглые пилы диаметром 300...600 мм, что позволяет распиливать заготовки толщиной 70...200 мм. Наибольшая высота распила зависит от диаметра D пилы: $H_{\max} = 0,2D - 4,5\sqrt{D}$. Мощность электродвигателей при-

Рис. 100. Круглопильный станок с ручной подачей

вода 3...7 кВт, частота вращения 2000...3000 мин⁻¹.

Станки с механизированной подачей предназначены для продольного распиливания досок и брусков на заготовки заданной ширины или толщины. Подающий механизм может быть конвейерно-гусеничного или вальцового типа. По числу установленных пил и их расположению относительно механизма подачи станки бывают одно- и многопильные, с верхним и нижним расположением пил. Лучшую прямолинейность распиливания обеспечивает конвейерная подача.

На рис. 101 показан однопильный прирезной станок ЦДК4-3 с верхним расположением пилы, предназначенный для прямолинейного продольного распиливания досок и брусков на заданный размер по ширине. Он применяется в мебельном, столярном и других деревообрабатывающих производствах. На станине 5 смонтирован стол 11, в продольном окне которого проходит гусеница конвейера 13. Рифленая поверхность пластин гусеницы выступает над поверхностью стола на 1...2 мм. Конвейер приводится в движение от электродвигателя 12 через передаточный механизм. Гусеница перемещается по направ-

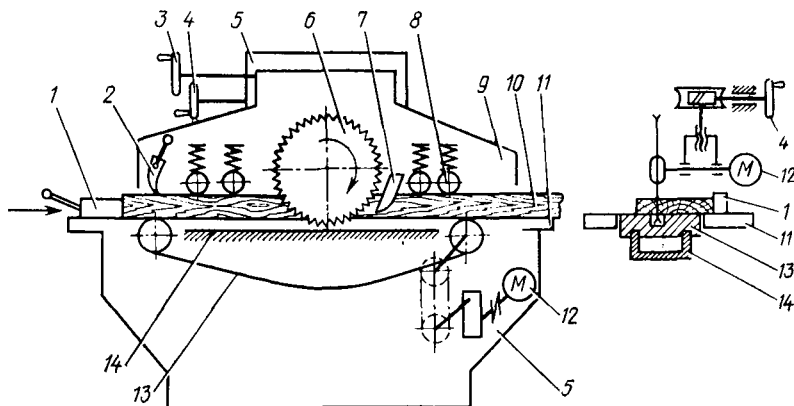
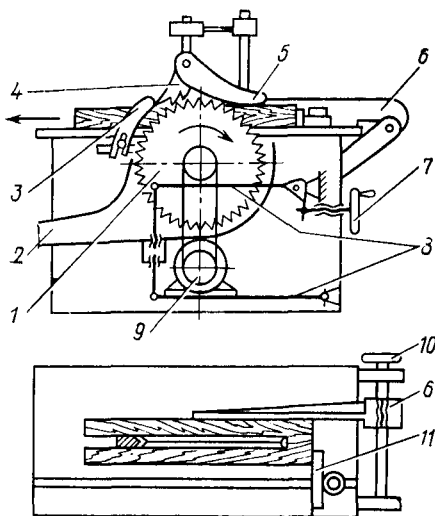


Рис. 101. Прирезной станок ЦДК4-3

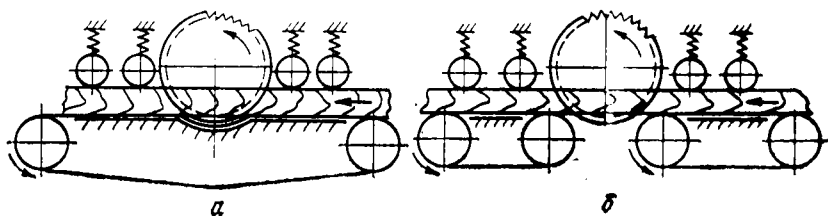


Рис. 102. Функциональные схемы многопильных станков.

а — с «ныряющей» гусеницей; *б* — с двумя конвейерами

ляющим 14, что обеспечивает прямолинейность и соответствующую точность распила. Для обеспечения сквозного пропила заготовки 10 на гусенице конвейера предусмотрен продольный паз, в который входят на 2...3 мм нижние зубья пилы. Скорость подачи распиливаемого материала регулируется бесступенчатым вариатором без остановки гусеничной цепи. По вертикальным направляющим станины при вращении маховичка 3 перемещается суппорт 9, на котором смонтированы прижимные ролики 8 и когтевая защита 2. Положение прижимных роликов по высоте регулируется вертикальным перемещением суппорта.

Распиливание материала производится дисковой пилой 6, установленной на пильном валу, который приводится во вращение от электродвигателя 12 через упругую муфту. Вертикальное перемещение пильного вала в зависимости от диаметра пилы производится поворотом маховичка 4. Позади пилы установлен расклинивающий нож 7. Направляющая линейка 1 перемещается по поперечной балке и фиксируется эксцентриковым зажимом.

У многопильных станков гусеница в зоне пил направляющими отводится вниз на 3...5 мм или устанавливаются два конвейера (рис. 102).

При наладке круглопильных станков для продольного распиливания общие для всех станков этой группы следующие операции.

1. Выбор типа пилы в зависимости от вида резания, технологической операции, обрабатываемого материала. Не допускается использовать неисправные и не подготовленные к работе полотна пил.
2. Установка и укрепление пилы на пильном валу. Направленные движения зубьев пилы должно быть противоположно движению подачи распиливаемого материала. Опорные поверхности зажимных шайб очищают от грязи и насухо протирают. Торцовое биение поверхности шайбы на диаметре 100 мм должно быть не больше 0,3 мм, радиальный зазор между шейкой вала и посадочным отверстием пилы — не более 0,1 мм. Допустимое биение для стальных пил 0,5 мм, для пил с пластинами из твердых сплавов 0,1 мм.

3. Установка расклинивающего ножа за пилой на расстоянии не более 10 мм от венца в плоскости распиливания. Толщина ножа должна быть на 0,5 мм больше ширины пропила.

4. Установка направляющей линейки параллельно плоскости пильного диска на расстоянии, равном ширине отпиливаемого элемента.

5. Диаметр пилы на универсальных станках выбирают в зависимости от толщины распиливания материала. Наименьший диаметр D_{\min} , мм, принимают таким, чтобы зубья пилы выступали над поверхностью обрабатываемого материала примерно на 10 мм. $D_{\min}=2(H+a+10)$, где H — высота пропила, мм; a — наименьшее расстояние от оси шпинделя до рабочей поверхности стола, мм. Суппорт пилы однопильных станков с гусеничной подачей устанавливают в таком положении, чтобы зубья входили в продольный паз конвейера на глубину 2...3 мм. Все пилы многопильных станков, устанавливаемые на шпинделе одновременно, должны иметь одинаковый диаметр, толщину и развод. Диаметр пил на станках с вальцевой подачей выбирают в зависимости от толщины распиливаемого материала (универсальные станки).

6. На универсальных станках устанавливают верхнее ограждение пилы с устройством, препятствующим обратному вылету заготовки. Для однопильных станков с гусеничной подачей диаметр пилы выбирают в зависимости от толщины распиливаемого материала. Рекомендуется применять пилы малого диаметра: $D_{\min}=2(H+d_{\text{ш}}/2+10)$, где H — высота пропила, мм; $d_{\text{ш}}$ — диаметр зажимной шайбы, мм.

Длина промежуточных колец или их набора на многопильных станках должна быть равна ширине выпиливаемой заготовки плюс удвоенный развод на одну сторону. Их диаметр должен быть равен диаметру зажимной шайбы. Оси подающих валцов станков с вальцевой подачей должны быть параллельны рабочей поверхности стола и оси пильного вала.

7. Нижние зубья пил многопильных станков устанавливают ниже несущей поверхности «ныряющей» гусеницы на 5 мм. Нижние валцы станков с вальцевой подачей должны выступать над поверхностью стола при распиливании древесины мягких пород на 2...3 мм, а твердых пород — на 1...2 мм. Верхние валцы устанавливают ниже поверхности заготовки на 5...8 мм. На однопильных станках с гусеничной подачей в зависимости от толщины распиливаемого материала устанавливают суппорт с прижимными роликами таким образом, чтобы их нижняя поверхность была ниже поверхности заготовок на 2...3 мм.

8. Зазор между пилой и виброгасителями на станках с вальцевой подачей должен быть в пределах 0,1...0,15 мм. Устанавливают требуемую скорость подачи. Оси прижимных

роликов на многопильных и однопильных станках с гусеничной подачей должны быть перпендикулярны направлению подачи. Устанавливают требуемую скорость подачи.

51. Круглопильные станки для поперечного распиливания

Эти станки предназначены для распиливания пиломатериалов поперек волокон при предварительной и точной торцовке. Они классифицируются по конструктивно-технологическим признакам. Технологический процесс на таких станках может проходить при подаче пилы или заготовки. В первом случае подача осуществляется по дуговой (маятниковые и балансирные станки) или по прямолинейной (суппортные и шарнирно-маятниковые) траектории. Подача заготовки по прямолинейной траектории осуществляется на универсальных и концевальных станках.

Торцовочный шарнирно-маятниковый однопильный станок ЦМЭ-3А (рис. 103) состоит из станины 12, на которой монтируется нижняя часть 10 колонки. На верхней поворотной части 9 колонки установлена шарнирно-рычажная система 7 с моторизованным шпинделем 6 и пильным диском 4. Электродвигатель привода имеет электродинамическое торможение при его выключении. Пила ограждена кожухом с шарнирно подвешенным сектором 5, который закрывает ее переднюю часть. На нижней части колонки закреплен стол 3. Станок оснащен кнопочным 2 и педальным 1 управлением. Горизонтальное переме-

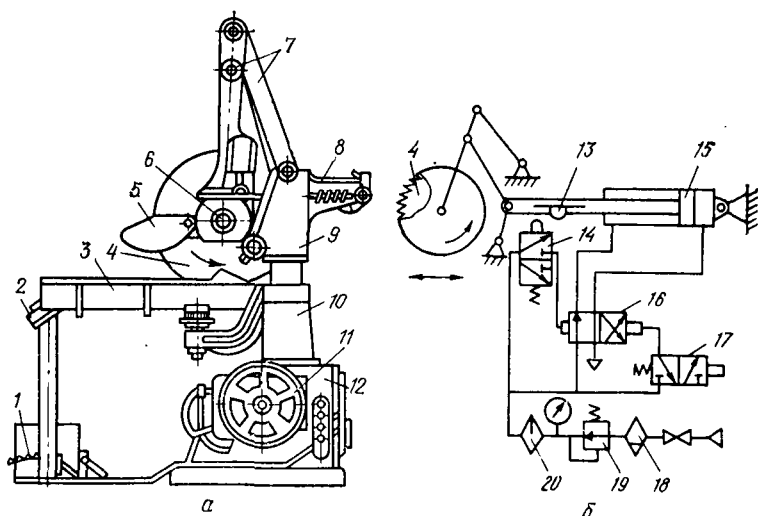


Рис. 103. Торцовочный шарнирно-маятниковый станок ЦМЭ-3А:
а — общий вид; б — пневмогидравлическая схема

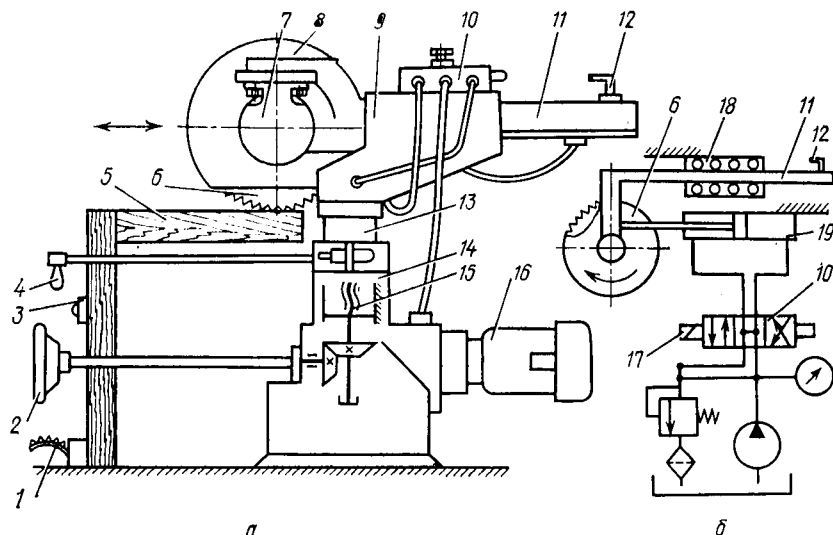


Рис. 104. Суппортный торцовочный станок ЦПА-40:
а — общий вид; б — пневмокинематическая схема

шение пильного суппорта обеспечивается пневмоприводом, пневмоцилиндр которого установлен на кронштейне 8.

Воздух из магистрали поступает через влагоотделитель 18, регулятор давления 19 и маслораспылитель 20 к рабочему распределителю 16 с пневматическим управлением от распределителей 14 и 17. При нажатии на педаль воздух через распределитель 17 поступает в рабочий распределитель 16 и переключает его. Поршневая полость цилиндра заполняется сжатым воздухом, а штоковая полость соединяется с атмосферой. Поршень 15 перемещается влево, и происходит рабочий ход пилы. В конце хода регулируемый по положению упор 13 воздействует на ролик распределителя 14, что приводит к переключению рабочего распределителя 16, и напорная магистраль соединяется со штоковой полостью. Происходит обратный ход суппорта. Скорость подачи регулируется гидравлическим устройством. Бесступенчатое изменение скорости рабочего хода позволяет использовать станок и в автоматических линиях. Верхняя часть колонки настраивается по высоте поворотом маховика 11.

Суппортный торцовочный станок ЦПА-40 (рис. 104) с прямолинейным перемещением пилы состоит из станины, которая в верхней части имеет стакан 14, служащий направляющей для цилиндра 13 колонки 9. Верхняя часть колонки имеет коробчатую форму и выполняет роль направляющей для удлиненного суппорта 11, на котором закреплен электродвигатель 7

с пилой 6 и ограждением 8. Колонка с суппортом и пилой может перемещаться при настройке по высоте с помощью маховика 2 через коническую передачу и винт 15. Фиксация положения колонки производится поворотом рычага 4.

Суппорт перемещается в роликоподшипниках 18 направляющих колонки. Колонка с суппортом и пилой может быть повернута на любой угол в горизонтальной плоскости, что обеспечивает распиливание под углом. На станине и колонке смонтированы электродвигатель 16 гидросистемы и гидрораспределитель 10.

Движение суппорта осуществляется гидроцилиндром 19, расположенным внутри суппорта. Управление положением суппорта с пилой осуществляется через распределитель 10, переключение которого происходит упором 12 и электромагнитом 17, включаемым от педали 1. При пуске станка рабочий нажимает кнопку 3. При перемещении штока распределителя в положение, когда поршневая полость гидроцилиндра соединяется с напорной магистралью, происходит рабочий ход. В конце хода упор 12 нажимает на рычаг распределителя и шток переходит в положение, при котором масло от насоса поступает в штоковую полость и происходит холостой ход. Для повторения рабочего хода требуется нажать на педаль 1. Величина хода суппорта регулируется положением упора 12, который перемещается по продольному пазу суппорта. Станок оборудован столом 5 с упорной линейкой.

Длительность двойного хода суппорта 1,5 с. Скорость рабочего хода регулируется винтом на распределителе в пределах 5...30 м/мин. В станках для чистовой торцовки или концевальниках используется проходной метод обработки. Заготовка обрабатывается одновременно с двух сторон круглыми пи-

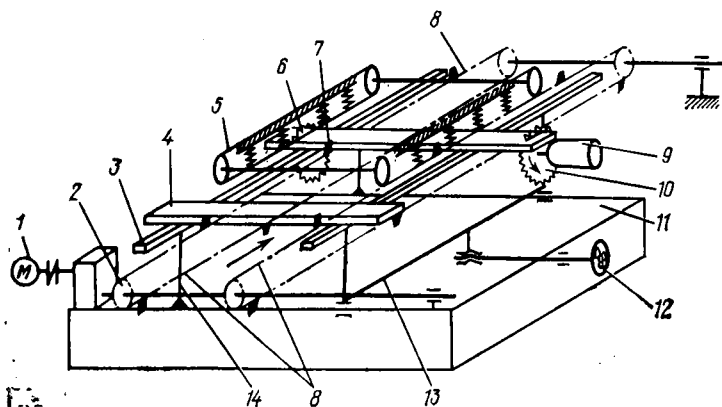


Рис. 105. Функциональная схема двустороннего концевального станка

лами, установленными на неподвижных суппортах с трехкоординатной настройкой. Одна из схем двухпильных станков с конвейерной подачей приведена на рис. 105.

Станок имеет станину 11, на которой расположены неподвижный блок 14 с суппортом пилы 6 и подвижный блок 13 с суппортом 9 пилы 10. Подвижный блок имеет ручное 12 и механизированное настроечное устройство для обработки заготовок различной длины. Обработываемые детали 4 базируются на двух балках 3 и подаются на пилы двумя конвейерными цепями 8 с упорами 7. Привод цепей осуществляется от электродвигателя 1 через редуктор и два туера 2. В зоне резания заготовки прижимаются к балкам 3 прижимным устройством 5 в виде клинового ремня с подпружиненными роликами.

52. Круглопильные станки для форматной распиловки

Станки предназначены для раскроя плитных и листовых материалов или обрезки по периметру заготовок на заданный формат. Раскрой ДСтП и ДВП является одной из основных операций процесса производства корпусной мебели. Раскрой оценивают полезным выходом заготовок. Различают сквозной и смешанный способы раскроя плитных материалов. При сквозном способе осуществляется продольное или поперечное распиливание плиты (листа) на полосы с последующим делением этих полос на щитовые элементы заданных размеров. Полезный выход по этому способу около 88 %.

Смешанный способ раскроя предусматривает сочетание продольного и поперечного распиливания с индивидуальным раскромом нескольких предварительно отрезанных полос на заготовки различной длины. Полезный выход повышается до 94 %.

На щитовые заготовки мебели ДСтП распиливают по картам раскроя. Различают индивидуальный, комбинированный и совмещенный способы раскроя. В первом случае из плиты получают заготовки только одного типоразмера. При комбинированном способе получают несколько типоразмеров, но с условием комплектности из деталей в соответствии с объемом производства. При совмещенном способе карта раскроя предусматривает различные типоразмеры без учета комплектности по каждой карте раскроя, но с максимальным выходом деталей и с минимальным повторением одинаковых деталей в разных картах раскроя. Станки для обрезки по формату в большинстве komponуются по Г-образной схеме.

Операцию раскроя выполняют на форматных станках и линиях. Могут использоваться одно- и многопильные станки. Однопильные станки удобно применять на небольших и сред-

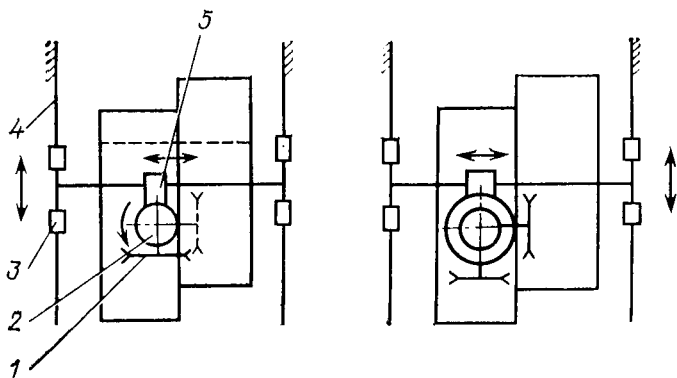


Рис. 106. Схемы формативных станков с комбинированным столом

них предприятиях. Они универсальны с точки зрения выбора плана раскроя, в достаточной степени автоматизированы и экономичны. На них легко осуществлять индивидуальный раскрой.

На рис. 106 даны две схемы форматного станка. На первой схеме показан станок с комбинированным столом и поворотным суппортом. На подвижной каретке 3, которая перемещается по направляющим 4, смонтирован подвижный суппорт 5, несущий поворотную колонку 2 с двигателем и пилой 1. Суппорт перемещается в направлении, перпендикулярном направляющим 4. Колонка с пилой поворачивается на 90° , обеспечивая тем самым продольный и поперечный резы. Для осуществления резания и перемещения стола колонка имеет перемещение в вертикальном направлении. Наличие комбинированного стола позволяет проводить смешанный раскрой.

Станок, работающий по второй схеме, имеет две пилы, установленные под 90° . Для выполнения продольного или поперечного резания требуется одна из пил. Подъем и опускание пил в обоих случаях осуществляются с помощью пневмоцилиндров. Станки имеют программное управление.

Многопильные станки по характеру относительного перемещения плит и режущего инструмента в процессе обработки подразделяются на позиционные, проходные и позиционно-проходные.

В позиционных станках пакет плит или одна плита подается в станок и фиксируются зажимными устройствами на рабочем столе. Пильные суппорты, установленные на направляющих согласно плану раскроя, перемещаются и производят распиливание материала. Схема такого станка подобна выше приведенным, но стол не комбинированный, а на портале установлено несколько настраиваемых суппортов.

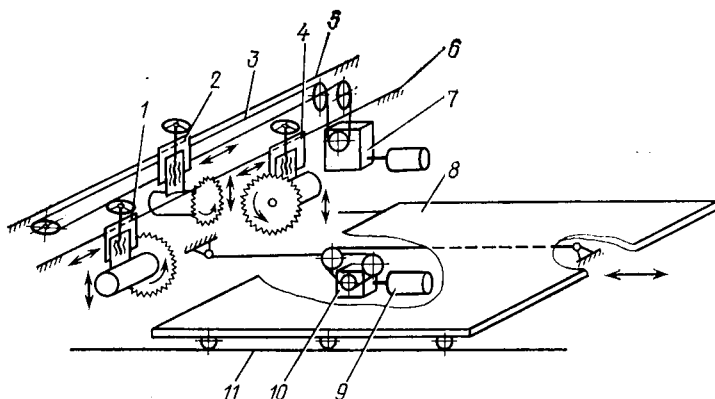


Рис. 107. Кинематическая схема станка ЦТЗФ-1

На проходных станках обычно за один проход обрабатывается одна плита или пакет плит сначала в продольном, а затем в поперечном направлении набором пил согласно плану раскроя. Такие станки часто работают по Г-образной схеме.

Позиционно-проходные станки позволяют проводить раскрой плит в поперечном или в продольном направлении на позиции, а в другом направлении при перемещении плиты на проход.

На рис. 107 изображена схема форматного станка ЦТЗФ-1.

Станок используется для обрезки и раскроя плит поштучно или пакетом. Станок имеет станину с рельсовыми направляющими 11, по которым перемещается каретка 8 с распиливаемыми плитами. Движение каретки осуществляется от гидродвигателя 9 через червячный редуктор 10 и тросовую передачу. На станине сварной конструкции имеются две стойки, соединенные траверсой с направляющими 5 и 6 соответственно для суппорта 2 поперечного распиливания и двух суппортов 1 и 4 продольного распиливания. Суппорт 2 поперечного распиливания перемещается вдоль траверсы на роликах от приводной станции 7, размещаемой в правой стойке, через систему блоков и трос 3. К корпусу суппорта снизу крепится электродвигатель, на валу которого устанавливается дисковая пила. При настройке подъем и опускание пилы производятся маховичком. Таким же образом производится настройка суппортов и для продольного пиления.

Каретка с выровненной и закрепленной плитой по команде оператора перемещается на величину, соответствующую месту формирования пилой поперечного резания передней кромки отпиливаемого щита. Боковые кромки щита формируются пилами продольного резания при перемещении каретки на заданную

величину. После остановки каретки начинает перемещаться вдоль траверсы поперечный суппорт. По окончании поперечного распиливания суппорт останавливается, а каретка продолжает двигаться вперед и происходит дальнейший продольный распил согласно выбранного плана раскроя. Каретка останавливается, а пила поперечного резания формирует заднюю кромку щита. Станок может работать как в полуавтоматическом режиме, так и в режиме ручного управления.

К высокопроизводительным форматным станкам относятся многопильные станки с программным управлением. На рис. 108, *а* приведена схема станка ЦТМФ, включающего участки продольного и поперечного раскроев. На станке можно раскраивать плитные и листовые материалы длиной до 3750 мм и шириной 1850 мм.

Продольный участок состоит из подъемного стола-питателя 1, станины 5 с роликовым столом 3 и верхними направляющими 17, по которым перемещается каретка 16. На каретке смонтированы толкатели 18 и зажимы 2 для подачи плит 19 на позицию продольного раскроя. На роликовом столе имеются пневмоцилиндры с упорами 4 для выравнивания плит перед распиливанием. Останов каретки в нужном положении управляется упором и двумя контактными датчиками на каретке. Первый датчик дает команду на переход на малую (ползучую) скорость, а по команде второго каретка останавливается, включается прижимная линейка 15 и суппорт продольного раскроя 7. По окончании реза срабатывает датчик и дает команду на выключение прижима, опускание пилы и возвращение суппорта в исходное положение, а также на перемещение каретки с досылкой плит для очередного реза. На суппорте 7 установлен электродвигатель 6.

Отпиленная полоса плиты попадает на стол каретки поперечного участка. Поперечный участок состоит из станины 8, на которой смонтированы две колонки с траверсой 12 для размещения десятипильных суппортов 13 поперечного раскроя. Между колонками имеются подъемные направляющие 9 для каретки со столом 10. При поступлении полосы плиты на стол поперечного участка подается команда на опускание соответствующих пил 11 поперечного пиления согласно плану раскроя и движение каретки. Пилы опускаются и поднимаются пневмоцилиндрами 14. Отпиленная часть плиты перемещается на каретке через зону поперечного распиливания к приемному неподвижному столу. Подъемный стол опускается, оставляя полученные заготовки на штангах неподвижного стола, и вместе с кареткой возвращается в исходное положение для приема очередной заготовки. При движении стола в исходное положение подается команда на участок продольного раскроя для отпиливания очередной полосы. Съем заготовок с неподвиж-

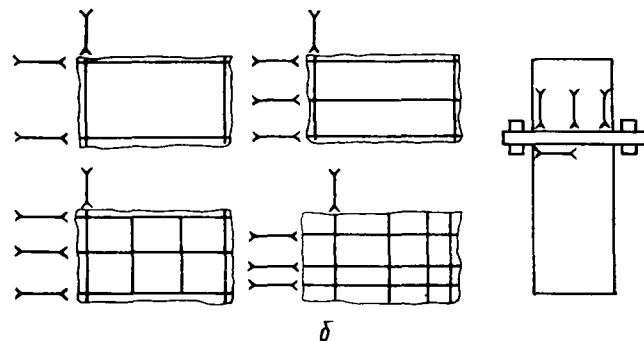
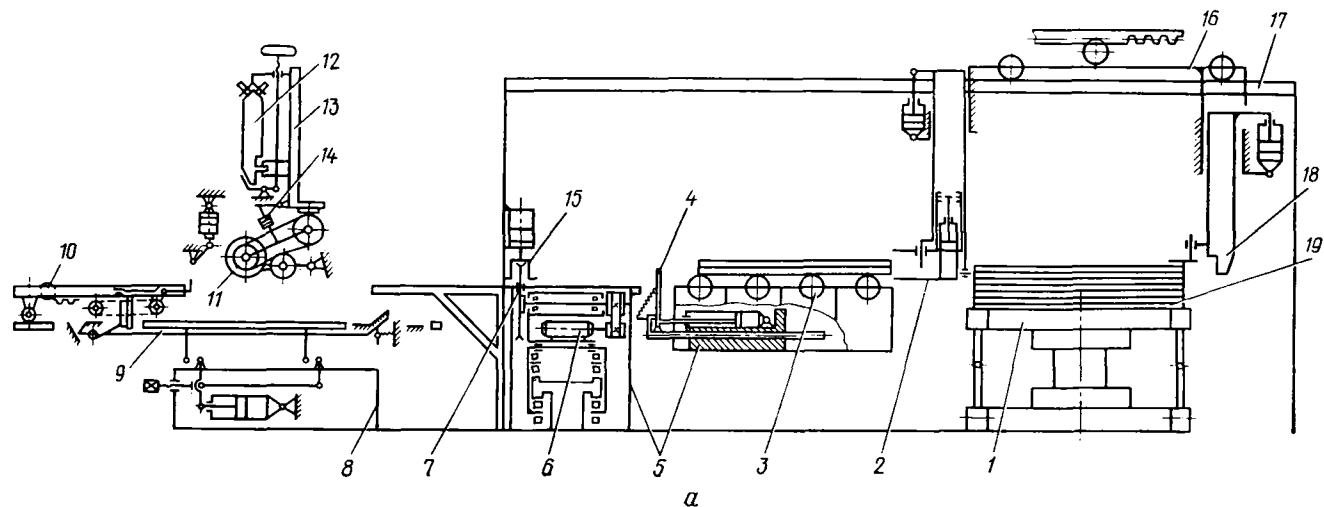


Рис. 108. Форматный многопильный станок ЦТМФ с программным управлением для раскроя плитных материалов:
a — функциональная схема; *б* — карты раскроя

ного стола производится вручную. Раскрой плит производится согласно картам раскроя (рис. 108, б).

Наладка круглопильных станков для поперечного распиливания и раскроя плитных материалов производится в следующей последовательности.

1. Выбор пилы с соответствующими угловыми параметрами зубьев. Обычно используют плоские круглые пилы с разведенными зубьями, имеющими боковую косую заточку и отрицательный задний угол, равный 25° . Диаметр пилы выбирают в зависимости от типа станка, толщины и ширины обрабатываемого материала. Устанавливают и закрепляют пилу на торцовочных станках так же, как на станках для продольного распиливания. Движение зубьев пил рабочей ветви на круглопильных станках с верхним расположением шпинделя должно быть сверху вниз и обеспечивать прижим материала к упорной линейке.

2. Установка в нужном положении упоров, ограничивающих ход пильного суппорта. Не допускается перемещение суппорта на величину больше необходимой во избежание лишних потерь на холостые ходы. Суппорт устанавливают на высоте так, чтобы зубья пилы в пазу были ниже рабочей поверхности стола на 5...6 мм. 3. При наличии упоров установка их на требуемый размер в соответствии с длиной выпиливаемых заготовок. 4. Регулирование скорости подачи на станках с гидравлическим приводом по числу двойных ходов. Скорость подачи зависит от породы древесины и сечения распиливаемой заготовки.

Наладка трехпильных станков для раскроя листовых материалов проводится в следующей последовательности.

1. На столе устанавливают калиброванные рейки или щит для предотвращения повреждения стола станка при пропилах плиты на полную толщину. 2. Согласно карте раскроя устанавливают на траверсе суппорты продольного распиливания. 3. Устанавливают на столе передвижной башмак с упором для снятия прижимного валика с защелки так, чтобы в начале реза щит был надежно прижат к столу. 4. Настраивают по линейке передвижные башмаки с кулачками, которыми производится переключение режима работы гидропривода стола и его остановка. 5. Рабочую скорость стола и поперечного суппорта регулируют дросселями. Скорость холостого хода стола не должна быть более 25 м/мин. Поперечный суппорт должен перемещаться только после полной остановки стола на упоре, что достигается совместной регулировкой дросселя, реле времени и положения путевого конечного выключателя.

Наладка многопильного станка с программным управлением выполняется в соответствии с картой раскроя плит, в которых указаны число поперечных и продольных резов и размеры выпиливаемых заготовок.

1. Установка каретки на ширину отрезаемой полосы агрегатом продольного распиливания настройкой упоров на барабане программирования. 2. Установка суппортов поперечного распиливания на траверсе в положение, соответствующее картам раскроя. 3. Установка программы порядка их включения при прохождении отрезанных полос при продольном раскрое.

Технические характеристики круглопильных станков

ЦДК4-3 ЦДК5-2 ЦМЭ-3 ЦПА-40 ЦБ-2

Размеры обрабатываемого материала,
мм:

наименьшая длина	350	450	—	—	—
ширина	315	250	400	400	400
толщина	120	100	120	100	130
Частота вращения вала, мин ⁻¹	2910	3000	3000	2950	2910
Скорость подачи, м/мин	8 . . . 60	8 . . . 60	25*	33*	—
Диаметр пилы, мм	400	400	500	400	500
Число пил, шт.	1	5	1	1	1
Установленная мощность, кВт	17,5	24,3	3,2	3,2	4,0
Масса, т	2,0	2,5	0,48	0,55	0,8

Продолжение

Ц2К20Ф-1 ЦТЗФ-1 ЦТМФ ЦТ4Ф

Размеры обрабатываемого материала,
мм:

наименьшая длина	1250	3750	3750	3750
ширина	250	1800	1800	1800
толщина	80	50	50	50
Частота вращения вала, мин ⁻¹	2950	2900	2800/3660**	6000
Скорость подачи, м/мин	2 . . . 18	4 . . . 25	7,8 . . . 27	25
Диаметр пилы, мм	400	400	400	—
Число пил, шт.	2	3	1/10**	4
Установленная мощность, кВт	16,75	13,8	97,8	18,2
Масса, т	2,8	3,7	18	10,4

* Скорость подачи, двойных ходов в минуту.

** В числителе — число пил поперечного резания, в знаменателе — число пил продольного резания.

Контрольные вопросы

1. Какие станки применяются для продольного распиливания древесины? 2. В чем состоит особенность ленточнопильных станков? 3. Что такое прирезной станок и его основные конструктивные особенности? 4. Каковы конструктивные особенности круглопильных станков для поперечного распиливания? 5. Как производится наладка ленточнопильных станков?

Глава 11. СТАНКИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ОТКРЫТЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Продольно-фрезерные станки предназначены для формирования базовых поверхностей и обработки в размер брусковых и щитовых деталей с использованием ножевых головок или

валов. Продольно-фрезерные станки по типу технологической операции делят на три вида: фуговальные, рейсмусовые и четырехсторонние. Первой операцией при обработке является создание геометрически правильной плоской базы на одной или двух смежных поверхностях черновой заготовки (рис. 109, а). На рейсмусовых станках при пропуске деталей с базовой поверхностью формируют изделие заданной толщины, а при повторном проходе — ширины (рис. 109, б). На продольно-фрезерном четырехстороннем станке за один проход заготовка обрабатывается на заданную толщину и ширину (рис. 109, в). Обработанные поверхности могут быть плоскими или профильными в зависимости от установленного режущего инструмента.

53. Фуговальные станки

На фуговальных станках производится плоскостное фрезерование открытых поверхностей одной или двух смежных сторон бруска или доски. Различают две основные схемы фуговальных станков: с подвижным и неподвижным базированием. При подвижном базировании заготовка непрерывно перемещается по базирующим поверхностям станка. Обработанная поверхность совпадает с базирующей поверхностью заднего стола. При неподвижном базировании заготовка фиксируется на базирующей плоскости суппорта и перемещается с ним относительно режущего инструмента или инструмент надвигается на заготовку, снимая установленный при настройке слой материала. Существующие модели фуговальных станков, кроме того, характеризуются числом одновременно обрабатываемых сторон детали. Они бывают одно- и двухсторонние, а по виду подачи — с ручной и механизированной подачей. В качестве исполнительных органов в механизме подачи используют вальцы, конвейер и суппорт.

Наиболее распространены фуговальные станки с ручной подачей. На рис. 110 приведена схема двухстороннего фуговального станка с приставным роликовым автоподатчиком. Станок имеет два стола: передний 5 и задний 1, между которыми смонтирован в двух подшипниковых опорах горизонтальный ножевой вал 4, приводимый во вращение от электродвигателя через ременную передачу 9. Поверхность заднего стола должна располагаться по касательной к окружности резания. Установка уровня заднего стола производится при наладке станка механизмом 11, который поворачивает эксцентриковые опоры стола, и тем самым производится его опускание или подъем. В некоторых моделях такого регулируемого механизма нет и регулирование относительного положения окружности резания и поверхности заднего стола производится за счет выпуска ножей на валу при их установке. Передний стол

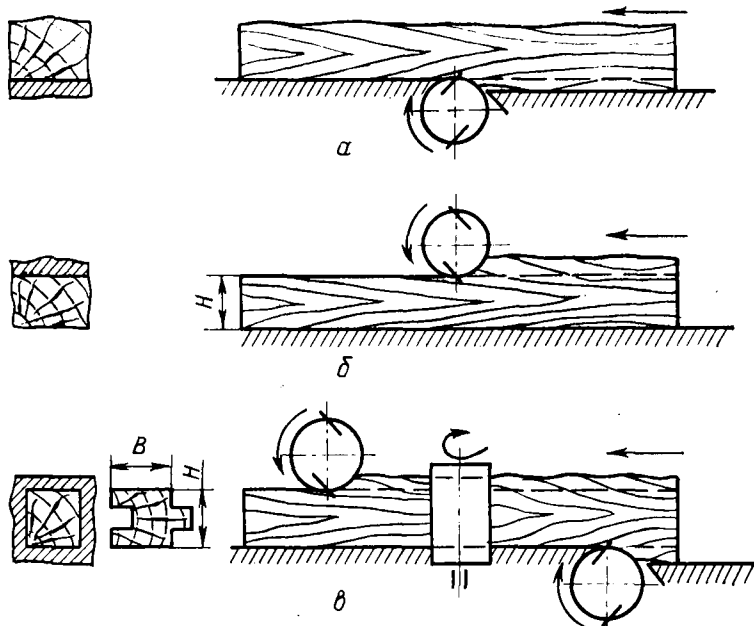


Рис. 109. Схемы обработки на продольно-фрезерных станках:
а — фугование; *б* — рейсмусование; *в* — четырехсторонняя обработка

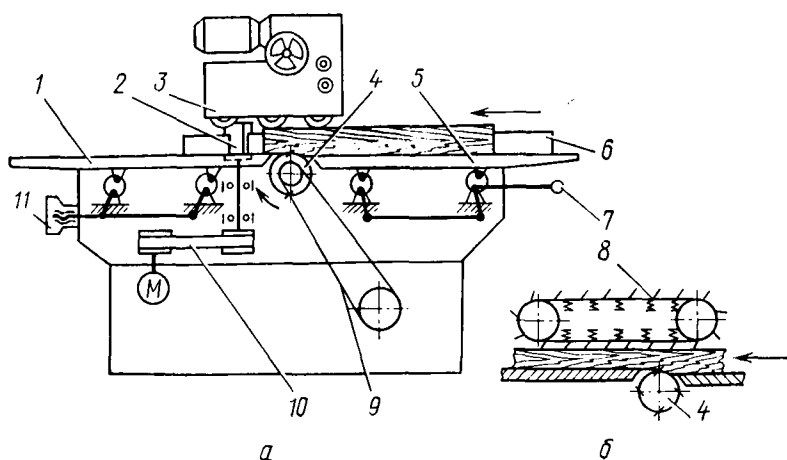


Рис. 110. Фуговальный станок:
а — двусторонний с роликовым автоподатчиком; *б* — с конвейерной подачей

также установлен в эксцентриковых опорах, которые поворачиваются с помощью рукоятки 7. При этом стол опускается или поднимается, регулируя тем самым величину снимаемого припуска.

В начале обработки заготовка базируется по переднему столу, а затем по мере обработки и формирования базовой поверхности базирование полностью переходит на задний стол. Прижим заготовки к поверхности заднего стола осуществляется рабочим при ручной подаче или вальцами при наличии автоподатчика 3.

На фуговальных станках имеется направляющая линейка 6, которая может перемещаться поперек стола при обработке заготовок разной ширины. Для обработки смежных поверхностей под углом на односторонних станках направляющую поверхность линейки можно устанавливать под углом 45° к базисующей поверхности стола. Угол между смежными обработанными поверхностями будет равен углу между поверхностями линейки и стола.

Для формирования двух взаимно перпендикулярных поверхностей по пласти и кромке за один проход на станках за горизонтальным ножевым валом устанавливается перпендикулярно плоскости заднего стола вертикальная ножевая головка 2, которая приводится во вращение от электродвигателя через ременную передачу 10. Направляющая линейка в этом случае состоит из двух частей: передней, устанавливаемой ниже окружности резания на глубину срезаемого слоя, задней — по касательной к окружности резания.

Для механизации подачи на фуговальных станках устанавливаются вальцовые автоподатчики, механизмы подачи конвейерные 8 фрикционного или толкающего типа.

Наладка фуговальных станков производится в следующей последовательности.

1. Установка ножей в ножевом валу. Парные ножи должны быть сбалансированы, уравновешены и заточены. Ножи устанавливают так, чтобы лезвие выступало над кромкой стружколомателя на 1...2 мм, а из вала — не более 2 мм. Непараллельность лезвия ножа поверхности заднего стола не должна превышать 0,1 мм на длине 1000 мм.

В качестве контрольно-установочных приспособлений используют контрольные линейки, бруски из твердой древесины, шаблоны и индикаторы. Проверка проводится в трех сечениях по длине ножа. Во избежание выпучивания ножа болты затягивают от среднего симметрично к крайним. Не допускается зазор между ножами и губками корпуса ножевого вала. При наличии съемного заточного и прифуговочного устройства желательно готовить ножи на станке. Прифуговку рекомендуется проводить на скорости продольной подачи 1...2 м/мин, попе-

речной — 0,005 мм/дв.ход. Ширина фаски не должна быть больше 0,15...0,20 мм.

2. Установка заднего стола станка так, чтобы его рабочая поверхность была расположена по касательной к окружности резания или на 0,02...0,03 мм ниже. Правильность установки проверяют контрольной линейкой или бруском. 3. Установка направляющей линейки на расстоянии от левого конца ножевого вала, несколько большем ширины обрабатываемого материала. По мере затупления ножей линейка отодвигается вправо. На двусторонних фуговальных станках направляющие линейки выполняют роль переднего и заднего столов. Передняя линейка устанавливается ниже относительно окружности резания вертикальной головки на величину снимаемого припуска, а задняя — так же, как задний стол станка.

4. Регулирование механизма подачи. Автоподатчик или конвейерный механизм устанавливают по высоте таким образом, чтобы подающие вальцы или вальцы конвейера были на 2...3 мм ниже поверхности обрабатываемой заготовки. Автоподатчик располагают так, чтобы один валец находился над передним столом на расстоянии 50...60 мм от ножевого вала, а два других — над задним столом. Для устойчивого базирования заготовки по направляющей линейке автоподатчик ориентируют так, чтобы оси подающих вальцов были расположены под небольшим ($1...3^\circ$) углом к оси ножевого вала.

5. Выбор величины скорости в зависимости от ширины обрабатываемой поверхности и толщины снимаемого слоя. 6. Проверка работы станка на холостом ходу и при условии нормальной работы. Пропускают несколько пробных деталей, сделав проверку на точность обработки. Погрешность при проверке на плоскостность не должна превышать 0,15 мм на длине 1000 мм, а перпендикулярность 0,1 мм на длине 100 мм.

54. Рейсмусовые станки

Рейсмусовые станки широко используются в мебельном производстве для обработки отдельных элементов по толщине и сборочных единиц в размер по высоте собранных рамок и коробок. В зависимости от числа одновременно обрабатываемых пластей за один проход станки бывают одно- и двусторонние. На одностороннем рейсмусовом станке заготовку, у которой уже создана базовая поверхность на нижней пласти, пропускают под ножевым валом, базируя на столе станка.

На рис. 111 изображена схема одностороннего рейсмусового станка. Заготовка, базируясь на столе 1, подается подающими вальцами 2 и 6 при обработке ее ножевым валом 4. Для повышения коэффициента сцепления и возможности одновременного пропуска нескольких заготовок передний подающий

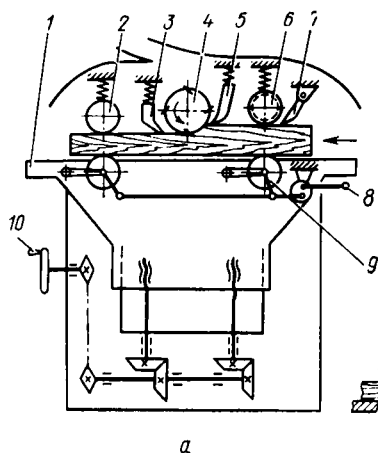
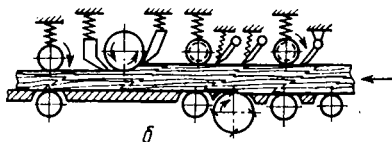


Рис. 111. Рейсмусовые станки:
а — односторонний; б — двусторонний



валик 6 выполняется рифленным и секционным. Для предотвращения вылета заготовки в сторону рабочего перед передним валиком установлена когтевая защита 7. Перед ножевым валом имеется секционный подпружиненный передний прижим 5, который выполняет ряд функций: служит прижимом и противодействует смещению заготовки в направлении действия вертикальной составляющей силы резания; является подпором в зоне выхода резца при срезании стружки и ограничивает распространение опережающей трещины, устраняя возможность образования выколов; выполняет роль отражательного экрана, направляя поток стружек в отсасывающую воронку. Передний валик и прижим при наладке станка устанавливают на 1...2 мм ниже уровня резания.

Ножевой вал 4 станка смонтирован в подшипниковых опорах на вертикальных стойках станины. Длина вала зависит от ширины стола.

Техническая характеристика односторонних рейсмусовых станков

Размеры ножевого вала, мм:

длина	250 ... 2000
диаметр	80 ... 225
Число ножей	2 ... 6
Наибольшая частота вращения ножевого вала, мин ⁻¹	6000
Мощность электродвигателя, кВт	5 ... 22

Задний прижим 3 выполнен цельным. Задний подающий валик 2 подпружинен и выполняется гладким, устанавливается так же, как и задний прижим, на 0,5...1 мм ниже окружности резания.

Стол станка чугунный длиной 800...1400 мм. В нем имеются окна для выхода нижних гладких вальцов 9, которые

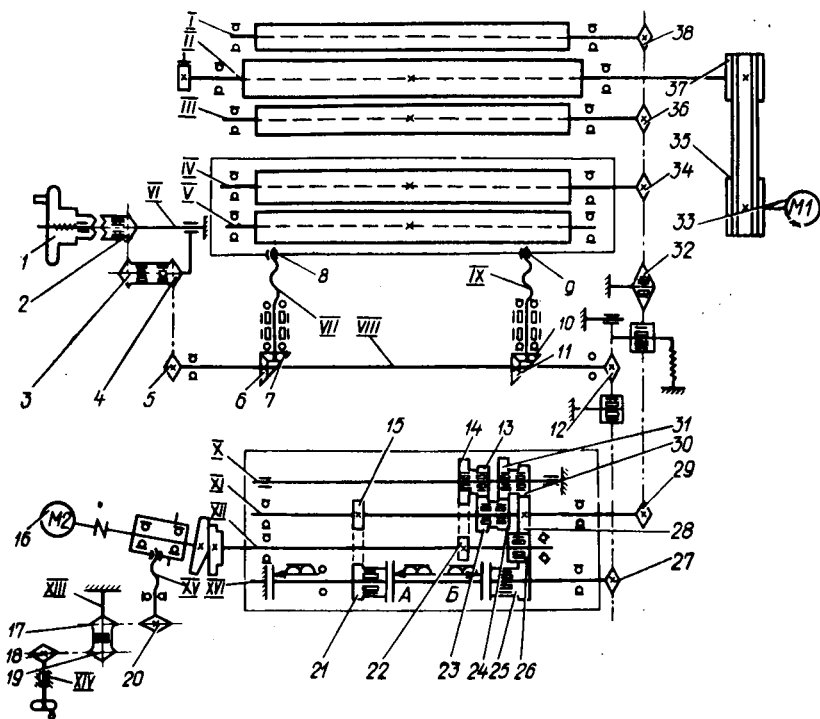


Рис. 112. Кинематическая схема рейсмусового станка CP6-9

могут быть приводными. Для уменьшения силы трения при перемещении заготовки по столу нижние валцы должны выступать над столом на 0,2...0,3 мм в зависимости от породы древесины и толщины заготовки. Установка валцов по высоте производится поворотом рычага 8 или маховиком.

Настройка станка на заданную толщину обработки производится перемещением стола 1 с помощью винтового механизма, управляемого маховичком 10 через цепную и зубчатую коническую передачи.

Основой гаммы рейсмусовых станков является станок CP6-9 (рис. 112). Ножевой вал II приводится во вращение от электродвигателя 33 мощностью 7,5 кВт через клиноременную передачу со шкивами 35 и 37. На противоположной консоли вала установлен тормоз. Электродвигатель с частотой вращения 2900 мин⁻¹ установлен на качающейся плите для натяжения ремней.

Передний III и задний I подающие валцы, а также нижний IV приводятся во вращение от электродвигателя 16 через конический фрикционный вариатор, шестерню 22, свободно

сидящие на валах *X* и *XI* зубчатые колеса *14*, *13*, *23*, *24*, *31*, *30*, на неподвижно установленную на выходном валу *XI* шестерню *28*. Вращение вала *XI* через звездочки *29*, *34*, *36*, *38* цепной передачи передается на приводные подающие вальцы. Нижний валец *V* — неприводной. Регулирование скорости подачи бесступенчатое. Оно производится вращением маховичка, установленного на валу *XIV*. Через цепную передачу *18*, *19*, *17*, *20* вращение передается на винтовой механизм *XV* перемещения плиты электродвигателя *16*, на валу которого установлен ведущий конический диск вариатора. При изменении диаметра окружности контакта ведущего диска с ведомым меняется передаточное отношение кинематической пары и соответственно меняется частота вращения вала *XII*.

Привод механизма подъема и опускания стола с вальцами *IV*, *V* осуществляется от того же электродвигателя *16* при нажатии соответствующих кнопок включения фрикционных муфт *A* и *Б*. При включении муфты *A* выходной вал *XVI* получает вращение от зубчатой передачи *15*, *21* и передает его через цепную передачу *27*, *12* на вал *VIII*, который приводит во вращение конические пары *6*, *7* и *11*, *10*. Через механизм винта-гайка *VII-8* и *IX-9* осуществляется подъем стола. Опускание стола происходит при включении муфты *Б*, когда вращение выходному валу *XVI* от вала *XI* передается через шестерню *28*, промежуточные зубчатые колеса *26* и *25*. Стол перемещается вверх или вниз только при нажатии на кнопку. На выходном валу *XVI* имеется электромуфта для фиксации стола в заданном положении. Натяжение цепи поддерживается роликом *32*.

Механизм ручного перемещения стола состоит из подпружиненного маховичка *1*, вала *VI* и цепной передачи *2*, *3*, *4*, *5*. Вращение от маховичка валу *VI* передается через кулачковую муфту.

Двусторонние рейсмусовые станки предназначены для одновременной обработки двух противоположных плоскостей заготовки за один проход с формированием толщины детали. На этих станках обеспечивается плоскостность обработанных поверхностей и заданная толщина, т. е. они объединяют в себе технологические процессы фугования и рейсмусования. Они снабжены двумя ножевыми валами, относительное расположение которых может быть выполнено по одной из основных схем: фуговально-рейсмусовой, двухрейсмусовой и рейсмусово-фуговальной. Выбираемая схема должна обеспечивать такую последовательность расположения валов, чтобы первая операция обеспечивала плоскостность поверхностей, вторая — равномерность толщины детали по длине.

Наиболее распространенной схемой является фуговально-рейсмусовая (см. рис. 111, б). По этой схеме сначала производится фугование нижней пласти заготовки нижним ножевым

валом, а затем рейсмусование верхним ножевым валом. После первой операции заготовка базируется по установочной базе стола поверхностью, подготовленной при фуговании, что обеспечивает получение необходимой плоскостности по обоим обрабатываемым плоскостям и равномерную заданную толщину.

Подобный результат получается при двухрейсмусовой схеме (рис. 113, а). Первым по направлению подачи расположен верхний ножевой вал 2. Заготовка при этом базируется нижней необработанной поверхностью на переднем регулируемом по высоте столе 5. Вместе со столом перемещаются подающие элементы 4 и нижний ножевой вал 7. Механизм подачи состоит из четырех валцов: верхних 3 и нижних 4. Верхний ножевой вал формирует верхнюю плоскость, которой заготовка базируется при перемещении на базирующей балке 1, настраиваемой по высоте. Заготовка прижимается к балке прижимным элементом 6.

По рейсмусово-фуговальной схеме (рис. 113, б) заготовка обрабатывается последовательно верхним и нижним валами, базируясь на нижнем переднем 9 и заднем 8 столах. По этой схеме обеспечивается плоскостность, но не гарантируется равномерность толщины по всей длине заготовки. Двусторонние станки строятся по фуговально-рейсмусовой и двухрейсмусовой схемам. Обе схемы приемлемы при обработке полужестких деталей, для жестких деталей рекомендуется применять двухрейсмусовую схему.

На рис. 114 представлена кинематическая схема двустороннего станка С2Р8-3. Нижний ножевой 17 и верхний 22 валы расположены по фуговально-рейсмусовой схеме и приводятся во вращение от электродвигателей 28 и 25 через ременные передачи 27 и 24. Ножевой вал при выключении останавливается тормозом 16. Подающие валцы 15, 21, 23 имеют привод от электродвигателя 12 через редуктор 11 и цепную передачу 13. Передний верхний подающий валец рифленый, секционный. Подъем и опускание стола осуществляются от индивидуального электродвигателя 8 через ременную передачу 9, редуктор 5, цепную передачу 4, конические передачи 3, 2, 1, 26 и винтовые пары 20 и 29. Ручное перемещение стола производится при нажатии на маховичок 7 и его вращении, в результате чего включается кулачковая муфта 6. Для точной настройки стола на заданный размер имеется указатель 10. На входе и выходе станка установлены поддерживающие ролики 14, 18 и 19.

Наладка рейсмусовых станков производится в следующей последовательности.

1. Подготовка и установка ножей в ножевом валу. Подготовка ножей заключается в заточке, балансировке и уравнивании перед установкой. Ножи устанавливаются таким обра-

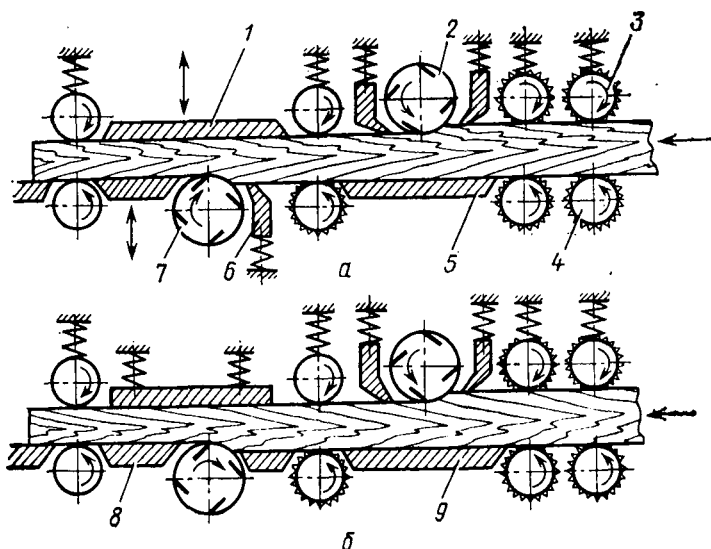


Рис. 113. Функциональные схемы двусторонних рейсмусовых станков

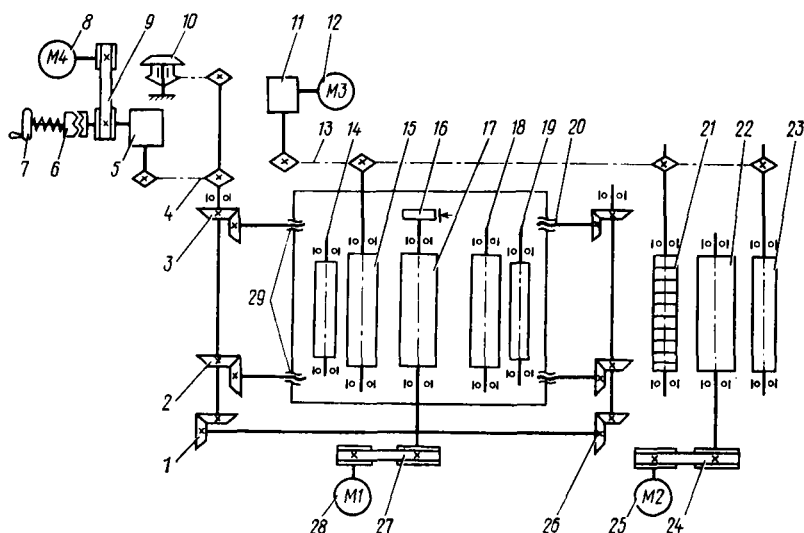


Рис. 114. Кинематическая схема двустороннего рейсмусового станка С2Р8-3

зом, чтобы лезвие было параллельно столу и выходило над стружколомателем на 1...2 мм. Допускается непараллельность и непрямолинейность 0,1 мм на длине 1000 мм. Установленные заточные ножи прифуговывают, а затем заточным устройством доводят ширину фугованной фаски до 0,15...0,20 мм.

Мало изношенные ножи затачивают и прифуговывают непосредственно на станке.

2. Установка верхних подающих валцов и прижимов относительно касательной к окружности резания в нижней точке ножевого вала по контрольному бруску. Ниже этого уровня 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. Величину давления подающих валцов регулируют в процессе пробной обработки. Давление считается нормальным, если подача устойчива и отсутствует пробуксовка во время обработки. Его величина регулируется подтягиванием пружин валцов. 3. Установка нижних опорных валцов выше рабочей поверхности стола на 0,1...0,2 мм при обработке древесины твердых пород и на 0,2...0,3 мм при обработке древесины мягких пород. 4. Установка стола на размер обрабатываемой детали снизу вверх во избежание ошибок от наличия зазоров в механизме подъема стола. Для этого стол предварительно устанавливают на размер несколько больший заданного. 5. Установка требуемой скорости подачи. 6. Установка ограждения и приемника стружки.

55. Четырехсторонние продольно-фрезерные станки

Предназначены для обработки брусков и досок с четырех сторон за один проход.

В четырехстороннем продольно-фрезерном станке (рис. 115, а) заготовка подается сосредоточенным механизмом подачи валцового типа, состоящим из двух верхних, подпружиненных, регулируемых по высоте, рифленых 5 и двух нижних гладких валцов 6. Первоначально заготовка базируется по переднему столу 7 и правой направляющей линейке. Нижняя плась обрабатывается ножевой головкой 8, в зоне резания которой заготовка прижимается прижимом 4. Создается технологическая база для дальнейшего перемещения заготовки по поверхности заднего стола 10 аналогично обработке на фуговальном станке. Затем правой и левой ножевыми головками 3 заготовке придается заданный размер по ширине. Верхняя горизонтальная ножевая головка 2 формирует толщину обрабатываемой заготовки. При этом заготовка прижимается к правой направляющей линейке 1 и заднему столу 10 подпружиненными роликами 9 рассредоточенного прижимного механизма.

В зависимости от формы установленного режущего инструмента могут быть получены плоские или профильные обработанные поверхности заготовок. Для проведения калевочных операций на четырехсторонних станках предусмотрена установка пятого шпинделя.

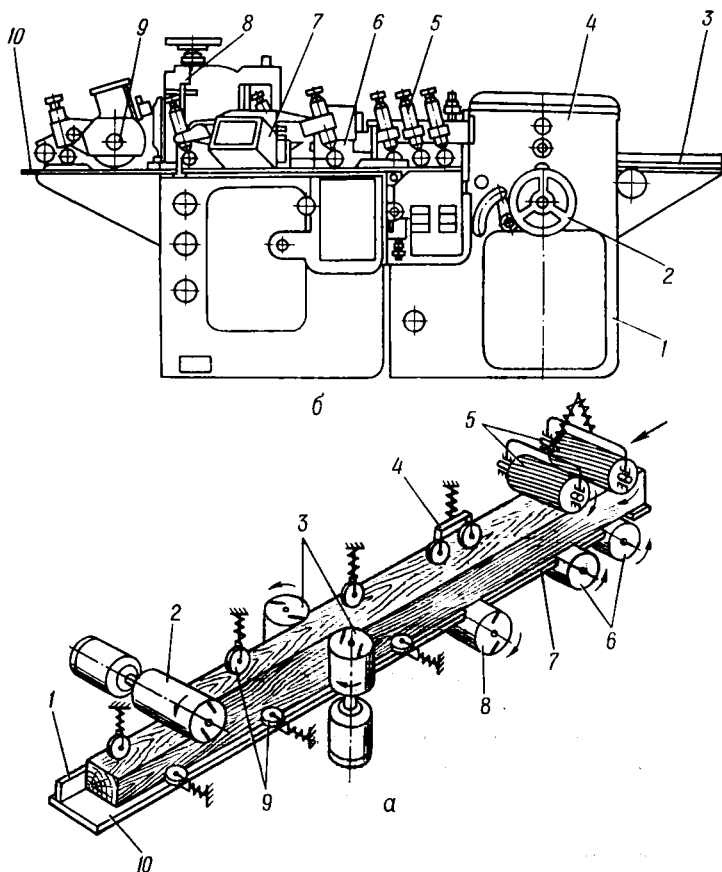


Рис. 115. Четырехсторонний продольно-фрезерный станок:
 а — функциональная схема; б — общий вид

В зависимости от допустимой ширины обрабатываемого изделия станки могут быть легкие — с шириной обработки до 160 мм, средние — с шириной обработки до 250 мм (изготовление столярных плоских и профильных деталей) и тяжелые — с шириной обработки до 650 мм (изготовление погонажных изделий и пиломатериалов).

Легкие станки, называемые калевочными, применяют для выработки сложного профиля на брусковых мебельных и столярных деталях.

На рис. 115, б изображен общий вид четырехстороннего станка с пятью шпинделями и сосредоточенным механизмом подачи. Станок состоит из станины 1, переднего стола 3, корпуса механизма подачи 4. Регулирование подачи производится махо-

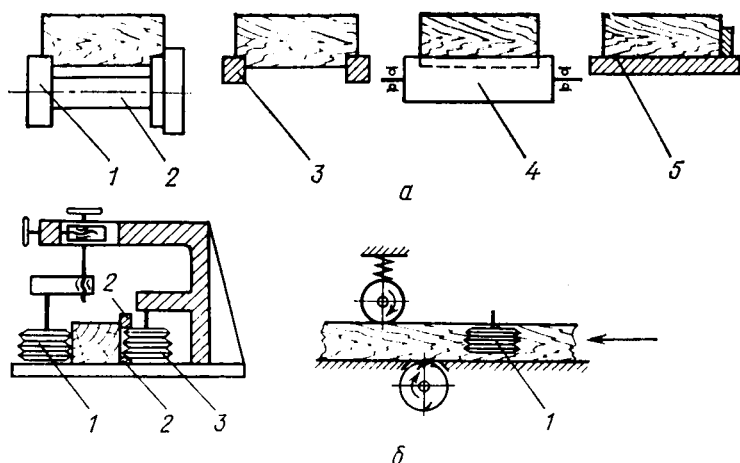


Рис. 116. Схема устройств для уменьшения деформации заготовки при фуговании:

а — создание временных технологических баз; *б* — базирование по кромке

вичком 2. Заготовка подается на обработку нижним шпинделем и прижимается к плитам стола роликами 5. После образования базовой нижней поверхности правой 6 и левой 7 ножевыми головками формируются боковые поверхности, а затем верхним шпинделем 9 обрабатывается верхняя поверхность заготовки с формированием заданной толщины детали. Верхний шпиндель установлен на суппорте 8 с двух- или однокоординатной настройкой и настраивается относительно поверхности заднего стола 10.

Одной из ответственных операций при обработке на четырехсторонних станках является создание базовой поверхности при фуговании. При наличии кривизны у заготовки под действием сил прижима над фугующей ножевой головкой заготовка выпрямляется и снимается одинаковый по всей ее длине припуск. При снятии прижимных усилий заготовка принимает первоначальную форму с прежней величиной кривизны. Уменьшения степени деформирования заготовок невысокой жесткости при фрикционной механической подаче добиваются созданием временных промежуточных баз или заменой подвижного скользящего базирования по пласти жестким базированием по кромкам.

В первом случае (рис. 116, *а*) первой ножевой головкой 2 фрезеруют не всю обрабатываемую поверхность, а только узкие продольные ленточки 1, которые образуют точную чистовую базу. При фрезеровании таких неглубоких узких ленточек силы резания невелики и не требуется больших усилий прижима. Последующее базирование происходит по этим подго-

товленным технологическим базовым поверхностям и установочным базам станка, выполненным в виде шин 3 с расстоянием между ними, регулируемым в зависимости от ширины обрабатываемого материала. При базировании на шинах усилия прижима не вызывают деформацию заготовки. Следующая ножевая головка 4 снимает припуск по всей ширине заготовки, включающей временные базы. Затем базирование происходит по всей нижней поверхности 5.

Во втором случае (рис. 116, б) заготовка базируется боковыми гранями по подпружиненным рифленным роликам 1 и 3. Правый по ходу ролик 3 выступает над поверхностью направляющей линейки 2, к которой заготовка прижимается левым роликом 1. Положение левого ролика регулируется в вертикальном и горизонтальном направлениях. Рифли роликов врезаются в древесину и удерживают обрабатываемую заготовку на заданном уровне при обработке.

Механизм подачи легких и средних четырехсторонних станков обычно выполнен по сосредоточенной схеме. Заготовки подаются в торец, проталкивая друг друга. Вальцы приводятся во вращение от электродвигателя через клиноременный вариатор, червячный редуктор, цепную и зубчатую передачи.

Наладка четырехсторонних станков проводится в следующей последовательности.

1. Установка режущего инструмента. На станках используют составные и цельные фрезы, а также насадные ножевые головки со сменными вставными ножами. Ножи в головки устанавливают и затачивают в заточной мастерской. Радиальное биение зубьев не должно превышать 0,03 мм, допускаемое отклонение углов заточки от номинальных $\pm 1^\circ$. При замене режущего инструмента на вертикальных шпинделях их разворачивают в удобное для демонтажа и монтажа положение. При замене головок на горизонтальных шпинделях снимают дополнительную подшипниковую опору. Рабочие поверхности шпинделей и посадочных отверстий фрез, ножевых головок должны быть тщательно протерты. Режущий инструмент можно устанавливать непосредственно на шпиндель при соответствии диаметра посадочного отверстия и шпинделя или с использованием промежуточных элементов (переходной втулки, цанговой оправки, конусных цанг и т. д.). После закрепления режущего инструмента на шпинделе устанавливают подшипниковую опору на горизонтальных валах без перекоса и закрепляют. Правильность установки проверяют поворотом шпинделя вручную.

2. Установка нижней горизонтальной головки. Рабочая поверхность заднего стола должна располагаться на уровне окружности резания, а передний стол — ниже окружности резания на толщину снимаемого слоя (2...3 мм). Правильность уста-

новки проверяют так же, как на фуговальном станке. Правый вертикальный шпиндель устанавливают в таком положении, чтобы рабочая поверхность задней направляющей линейки располагалась по касательной к окружности резания, а переднюю линейку устанавливают параллельно поверхности задней и ниже на толщину снимаемого слоя. Левый вертикальный шпиндель устанавливают относительно правого по ширине эталона обработки. Верхний горизонтальный шпиндель устанавливается по высоте согласно заданной толщине обработки (эталон или специальные индикаторные устройства).

3. Установка прижимных элементов. Рабочие поверхности прижимных элементов должны быть ниже поверхности обработки (настроечный размер) на 2...3 мм. При наличии пружинных прижимов усилие прижима регулируется степенью сжатия пружин. Чрезмерные усилия прижима могут привести к повреждению обработанной поверхности и затруднению работы механизма подачи. 4. Установка подающих валцов. Нижние подающие валцы устанавливают на 0,2...0,5 мм выше рабочей поверхности стола в зависимости от породы древесины (для мягкой 0,2...0,3; для твердой — 0,3...0,5). Поверхности валцов должны быть параллельны поверхности стола. Верхние подающие валцы устанавливают ниже поверхности обработки на 2...3 мм. Усилие прижима регулируется степенью сжатия пружин с таким расчетом, чтобы была обеспечена надежная подача материала без проскальзывания.

Технические характеристики продольно-фрезерных станков

Размеры обрабатываемой детали, мм:	СФ4-1	СФ6-1	С2Ф4-1	СР4-1	СР6-9	СР12-3
наибольшая ширина	400	630	400	400	630	1250
толщина	—	—	100	200	200	125
Скорость подачи, м/мин	—	—	7—30	8—24	8—24	5—30
Диаметр вала (головки), мм	115	115	125	125	125	160
Частота вращения, мин ⁻¹	4500	4500	5100	4500	4570	3570
Число валов (головок)	1	1	2	1	1	1
Установленная мощность, кВт	3	5,5	3,0	6,5	8,6	20,0
Масса, т	0,7	1,0	1,06	0,8	1,8	3,44

Продолжение

Размеры обрабатываемой детали, мм:	С2Р8-3	С2Р12-3	С6-1	С16-1А	С16-2А
наибольшая ширина	800	1250	60	160	160
толщина	160	125	—	80	80
Скорость подачи, м/мин	4—24	8—24	8—24	8—45	8—45
Диаметр вала (головки), мм	140	160	140	140/180*	140/180*
Частота вращения, мин ⁻¹	4360	4050	5000	5000	5000
Число валов (головок)	2	2	4	4	5
Установленная мощность, кВт	24,6	44,5	16,0	29,8	37,6
Масса, т	3,5	6,0	2,0	3,6	4,8

* В знаменателе приведен наибольший диаметр профильных фрез.

5. Установка необходимой скорости подачи. 6. Проверка работы станка на холостом ходу пропуском контрольных деталей. 7. Проверка прямолинейности, перпендикулярности и качества обработанных поверхностей. При правильной наладке допускаются следующие отклонения: отклонения по толщине и ширине на всей длине по 11...13-м 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. В зависимости от полученных результатов проводят подналадку и поднастройку станка.

56. Фрезерные станки

Фрезерные станки предназначены для плоской, профильной и объемной обработки прямолинейных и криволинейных поверхностей. По конструктивным и технологическим признакам станки могут быть с нижним или верхним расположением шпинделя и копируемые.

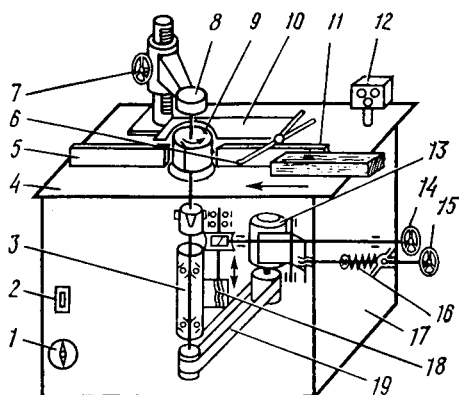
Фрезерные станки с нижним расположением шпинделя широко применяются в различных отраслях деревообработки и мебельном производстве благодаря своей универсальности. На них можно выполнять плоское и профильное фрезерование кромок, нарезку шипов и проушин, выборку пазов и криволинейное фрезерование по шаблону. Эти операции выполняются как с ручной, так и механизированной подачей. По высоте обработки они подразделяются на легкие (до 80 мм), средние (до 100 мм) и тяжелые (до 125 мм).

По виду подачи обрабатываемого материала станки могут быть с ручной и механической подачей. Станки с ручной подачей могут быть с подвижным скользящим базированием заготовки или неподвижным базированием с закреплением заготовки на каретке. На станках с механической подачей перемещение шипорезной каретки осуществляется от пневмопривода.

При обработке прямых кромок деталей больших партий на станке можно установить вальцовый автоподатчик. Плоские и профильные прямолинейные кромки обрабатывают по направляющей линейке, а криволинейные — по упорному кольцу и шаблону.

Конструктивно легкие (ФЛ), средние (ФС) и тяжелые (ФТ) станки различаются только механизмом подачи. На средних и тяжелых станках для придания большей устойчивости шпиндельной насадке устанавливается на кронштейне дополнительная опора. Общий вид и кинематическая схема фрезерного станка с нижним расположением шпинделя изображены на рис. 117.

Рис. 117. Фрезерный станок с нижним расположением шпинделя



На станине 17 коробчатой формы крепятся стол 4, суппорт 18 с шпинделем 3 и качающаяся плита с электродвигателем 13 привода механизма резания через плоскоремennую передачу 19. Режущий инструмент 9 крепится на шпиндельной насадке, которая проходит через центральное отверстие в столе. Конструкция шпинделя показана на рис. 82. Дополнительная подшипниковая опора 8, установленная на подвижном кронштейне, надевается на шип насадки. Кронштейн смонтирован на стойке с зубчатой рейкой и перемещается в вертикальном направлении при повороте маховичка 7. При обработке прямолинейных поверхностей на столе устанавливают направляющую линейку, состоящую из передней 11 и задней 5 частей, положение которых регулируется относительно касательной к окружности резания в направлении подачи. Передняя часть линейки устанавливается в зависимости от величины снимаемого припуска, а задняя часть по касательной к окружности резания. Для обеспечения безопасной работы режущий инструмент закрыт ограждением 10, а для предотвращения вылета заготовки под действием силы резания предусмотрен зубчатый сектор 6. Вертикальное перемещение суппорта 18 со шпинделем 3 осуществляется маховичком 14 через червячную и винтовую передачи, натяжение ремня привода — маховичком 15 через тарированную пружину 16.

На станине станка установлен переключатель частоты тока 1 и выключатель 2, а на столе кнопочный пульт управления 12.

На станках с механической подачей для продольной обработки деталей устанавливают автоподатчики вальцового типа (рис. 118) АР-2 и АР-4, различающиеся числом подающих вальцов. Гладкие или рифленные вальцы 1 приводятся во вращение от двухскоростного электродвигателя 11 через ременную передачу 12, 13 и вал 1 с червячными парами 9 и 10. Вальцы закрепляются на выходных валах 11, установленных в подшипниковых опорах. Блок редуктора 2 крепится на кронштейне, который перемещается по колонке 4 с помощью зубчато-реечной передачи 6, 7 при вращении маховичка 5. Положение кронштейна с блоком подающих вальцов фиксируется цанговым

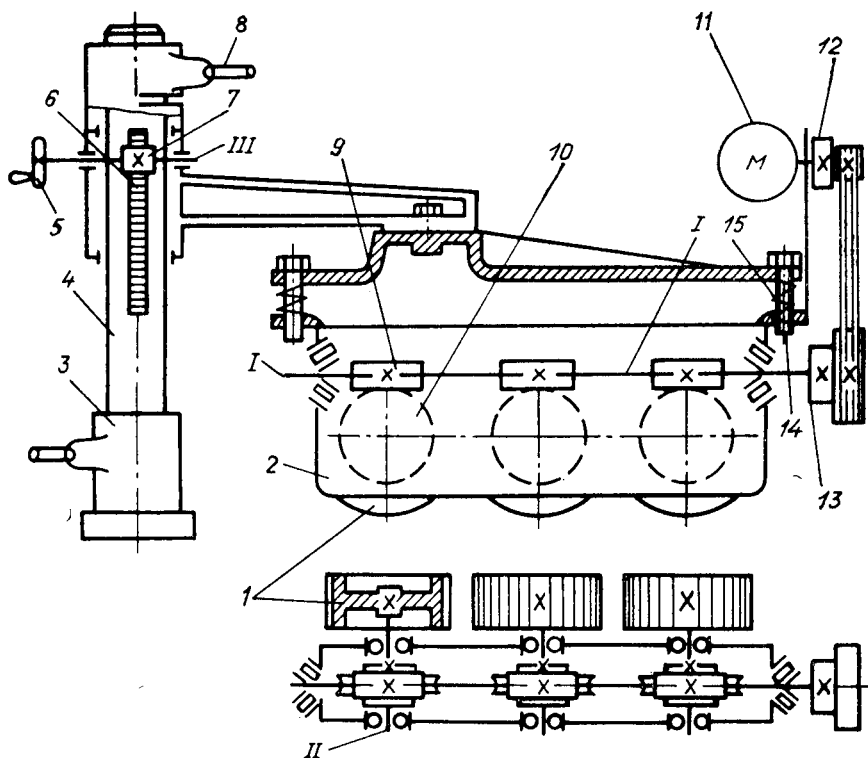


Рис. 118. Кинематическая схема автоподатчика АР-2

зажимом 8. Колонка устанавливается на опоре 3. Усилие прижима заготовки регулируется винтами 14 и пружинами 15. Автоподатчики обеспечивают четыре скорости подачи: 8; 12; 16 и 24 м/мин. Имеются автоподатчики с плавным регулированием скорости подачи в диапазоне 8...25 м/мин.

Фрезерные станки с верхним расположением шпинделя с ручной и механической подачей применяют для обработки криволинейных кромок, фигурных прорезей и рельефов.

На рис. 119 показаны общий вид и пневмокинематическая схема станка с ручной подачей ВФК-2. Станок состоит из станины 2, узла шпиндельного суппорта 7, узлов стола 3, 5, 6, 10, механизма перемещения 14, 15, 17 копирующего пальца 16 и комплекта пневмооборудования. Стол станка настраивается по высоте винтовой 11, 12 и червячной 13, 18 парами от маховика 4. В столе имеется отверстие, соосное со шпинделем, для выхода пальца 16, с которым контактирует копирная кромка на нижней стороне шаблона с закрепленным изделием. Перемещение

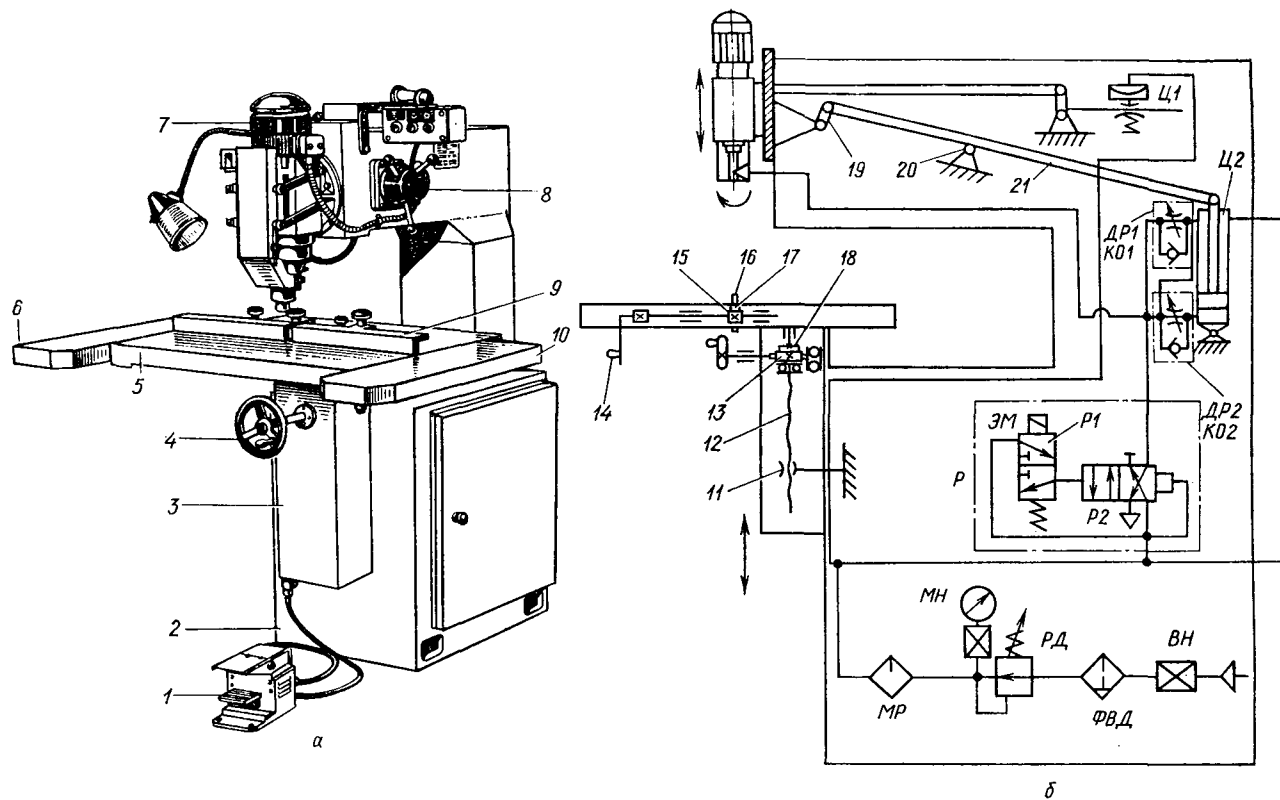


Рис. 119. Фрезерный станок с верхним расположением шпинделя ВФК-2
 а — общий вид; б — пневмокинематическая схема

направляющего пальца производится поворотом рукоятки 14 через шестерню 15 и зубчатую рейку 17.

В верхней части станины имеются вертикальные направляющие, по которым перемещается шпиндельный суппорт от пневмопривода через опору 20 и рычаги 19, 21. На суппорте установлена фрезерная головка с электрошпинделем, имеющим частоту вращения $18\,000\text{ мин}^{-1}$. Питание двигателя электрошпинделя специального исполнения осуществляется током повышенной частоты 300 Гц от синхронного генератора, находящегося в комплекте станка. Режущий инструмент (концевая фреза или сверло) устанавливается непосредственно на конце шпинделя. Фрезерная головка может поворачиваться относительно вертикальной оси на угол до 45° . Для быстрой установки положения шпинделя по высоте на нужную глубину фрезерования на станке имеется револьверный ограничитель, управляемый рукояткой 8. Он снабжен шестью регулируемыми упорами. Нужно положение фиксируется подпружиненным шариковым фиксатором. При прямолинейной обработке на столе устанавливается направляющая линейка 9. Подача шаблона или заготовки ручная.

Пневмопривод (рис. 119, б) служит для перемещения по высоте фрезерного суппорта. Он смонтирован в станине и управляется педалью 1, установленной перед станком. Воздух из магистрали через вентиль *ВН* поступает во влагоотделитель *ФВД*, регулятор давления *РД* и маслораспылитель *МР*. Подготовленный воздух под рабочим давлением поступает в цилиндр *Ц1* блокировки суппорта, штоковую полость цилиндра *Ц2* управления положения суппорта и в воздухораспределитель *Р*, состоящий из двух распределителей электромагнитного *Р1* и пневматического *Р2* управления. Если педаль управления станком не нажата, воздух поступает в цилиндр *Ц1* и снимает блокировку суппорта. По другой ветви воздух поступает в штоковую полость цилиндра *Ц2* и поднимает суппорт. Воздух из поршневой полости цилиндра уходит в атмосферу. При этом воздух через распределитель *Р* к цилиндру *Ц2* не проходит.

При нажатии на педаль управления срабатывает электромагнит *ЭМ* и распределитель *Р1* займет второе положение, переключая распределитель *Р2*. Воздух из магистрали через распределитель *Р2* и обратный клапан *КО2* дросселя *ДР2* поступает в поршневую полость цилиндра *Ц2* и через рычаги 21, 19 опускает суппорт. При рабочем ходе инструмент обдувается сжатым воздухом для очистки места обработки. Скорость перемещения суппорта при рабочем ходе регулируется дросселем *ДР1*. При падении давления в пневмосистеме происходит блокировка суппорта пружиной пневмоцилиндра и системой рычагов. При отключении электроэнергии выключается электромагнит *ЭМ*, отключается поршневая полость цилиндра *Ц2*, воз-

Фрезерные станки с карусельным столом (рис. 120) предназначены для фигурного и плоского фрезерования брусковых и щитовых деталей по копирам. Они работают по проходной схеме обработки и выполнены с одной или двумя ножевыми головками (Ф1К-2; Ф2К-2). Чугунный дисковый вращающийся стол 4 диаметром 1000 мм установлен на станине. На столе имеются радиальные Т-образные пазы для крепления копиров 5 и периферийных пневмоприжимов 7. Центральный пневмоприжим 6 фиксирует на копире щитовые детали, а периферийные пневмоприжимы — детали удлинненной конструкции. Стол приводится во вращение от электродвигателя 1 постоянного тока через червячный редуктор 2. Фрезерная головка 9 представляет собой поворотный кронштейн, на котором смонтирован электродвигатель 8 с фрезой 13 и копирным роликом 12. Механизм резания может быть установлен непосредственно на валу моторизованного привода или фреза с копирным роликом устанавливаются на вертикальном шпинделе и получают вращение от электродвигателя через ременную передачу. Кронштейн устанавливается на одной из стоек 10 станины. Фрезерная головка с копирным роликом подводится к обрабатываемой заготовке 3 и поджимается пневмоцилиндром 11 к копиру. Копир представляет собой деталь с таким же контуром рабочей части, как заданный контур готового изделия. Он изготавливается из древесины твердолиственных пород, металла, пластика или других твердых материалов. Копирный ролик входит в контакт с кромкой шаблона и обеспечивает обработку заданного контура. Предусмотрено регулирование частоты вращения стола в зависимости от диаметра обработки с помощью системы автоматики.

1. Проверяют соответствие шпиндельной насадки выбранному режущему инструменту, радиальное биение шпинделя. Допуск биения у основания насадки 0,02 мм, на расстоянии 200 мм — 0,04 мм. Перед установкой насадки тщательно протирают коническое отверстие шпинделя и конус насадки. Закрепляют шпиндельную насадку на шпинделе. 2. Устанавливают

и закрепляют насадную фрезу на шпиндельной насадке затяжной гайкой. Устанавливают режущий инструмент на необходимую высоту, перемещая суппорт шпинделя, после чего закрепляют его стопорным устройством. При тяжелых режимах работы устанавливают дополнительную верхнюю опору и положение кронштейна фиксируют. Проверяют вручную легкость вращения шпинделя.

3. Устанавливают в заданном положении переднюю и заднюю направляющие линейки в зависимости от диаметра режущего инструмента и обрабатываемого профиля. 4. При обработке криволинейных форм в столе устанавливают копирное кольцо соосно со шпинделем. Эксцентриситет не должен превышать 0,07 мм. 5. Устанавливают верхний оградительный щиток и настраивают по высоте тормозной сектор. 6. При наличии шипорезной каретки и нарезания шипов или проушин рабочие поверхности устанавливают в одной плоскости на уровне длины шипа или глубины проушины. 7. Направляющий угольник на каретке устанавливают под необходимым углом. На угольнике рекомендуется закреплять прокладочный брусок, предотвращающий сколы на выходе фрезы. Конец бруска располагают по касательной к окружности резания. 8. На станках с механической подачей устанавливают автоподатчик. Требования к точности установки такие же, как и на фуговальных станках. 9. Опробывают станок на холостом ходу с обработкой пробных деталей.

Наладка фрезерных станков с верхним расположением шпинделя.

1. Подбирают режущий инструмент и проверяют его подготовку. На фрезерно-копировальных станках используют концевые фрезы. Угол заточки при фрезеровании твердых пород древесины 30° , мягких пород — 20° , допускаемое отклонение $\pm 1^\circ$. Поднутрение на торцовых поверхностях $1 \dots 2^\circ$. Не допускаются трещины, выкрашивания, забоины на поверхности фрезы. 2. Устанавливают и закрепляют фрезу в специальных патронах, имеющих балансировочные съемные массы. 3. При обработке прямолинейных кромок и пазов на столе устанавливают на соответствующем расстоянии от оси шпинделя направляющую линейку. При обработке деталей по контуру используют шаблон, на котором закрепляют заготовку.

4. Устанавливают стол по высоте с таким расчетом, чтобы при верхнем положении суппорта расстояние от торца фрезы до поверхности заготовки было 15...20 мм. 5. Настраивают ограничитель хода суппорта так, чтобы была выдержана заданная глубина фрезерования. 6. При наладке станков с карусельным столом регулируют положение опорного ролика и устанавливают копир на поворотном столе. Используют насадные сборные фрезы. 7. Настраивают фрезерные суппорты

по высоте и устанавливают частоту вращения карусельного стола в зависимости от породы обрабатываемой древесины и толщины снимаемого слоя. 8. Опробывают станок на холостом ходу с обработкой пробных деталей.

57. Токарные станки

Токарные станки предназначены для обработки деталей, имеющих форму тел вращения. Обработка может производиться по внешней и внутренней поверхностям с получением цилиндрических, конических, сложных форм по продольной оси заготовки или заданной формы на плоскости. Процесс обработки на токарных станках характеризуется вращением заготовки или режущего инструмента относительно продольного или поперечного их перемещения. По характеру базирования обрабатываемых деталей токарные станки подразделяются на центровые, лобовые (лоботокарные) и бесцентровые, по ширине лезвия — на коротко- и длиннолезвийные. Центровые станки могут быть универсальные узколезвийные с ручной и механизированной подачей и копировальные узко- и длиннолезвийные с механизированной подачей. Лобовые станки относятся к группе узколезвийных и различаются диаметром планшайбы. Бесцентровые станки по технологическому назначению делятся на круглопалочные и шкантовые. Лобовые и бесцентровые станки имеют механизированную подачу.

Промышленностью выпускаются универсальные токарные станки с ручной и механизированной подачей, лоботокарные и круглопалочные. Центровой коротколезвийный станок предназначен в основном для продольного точения. Он может работать с использованием подручника или иметь механизированный суппорт. Станки с механизированным суппортом имеют приставное устройство для лобового точения.

Токарный станок с механизированным суппортом изображен на рис. 121. Заготовка 3 зажимается между центрами 2 и 8 в результате перемещения задней бабки 9. Передний центр 2 устанавливается на шпинделе 1, который приводится во вращение от двухскоростного электродвигателя через клиноременную передачу и трехступенчатую коробку скоростей, размещенных в левой тумбе 14 станка. Частота вращения шпинделя изменяется ступенчато в диапазоне 40...398 мин⁻¹.

Резец закрепляется в поворотном резцедержателе 4, который с настроечным продольным суппортом 5 установлен на поперечном суппорте 6, перемещаемом маховичком 10. Направляющие поперечного суппорта расположены на механизированном продольном суппорте 7, который имеет привод от шпинделя 1 через ременную передачу, коробку передач, вал 12, группу шестерен и зубчатую рейку 13. Наладочное

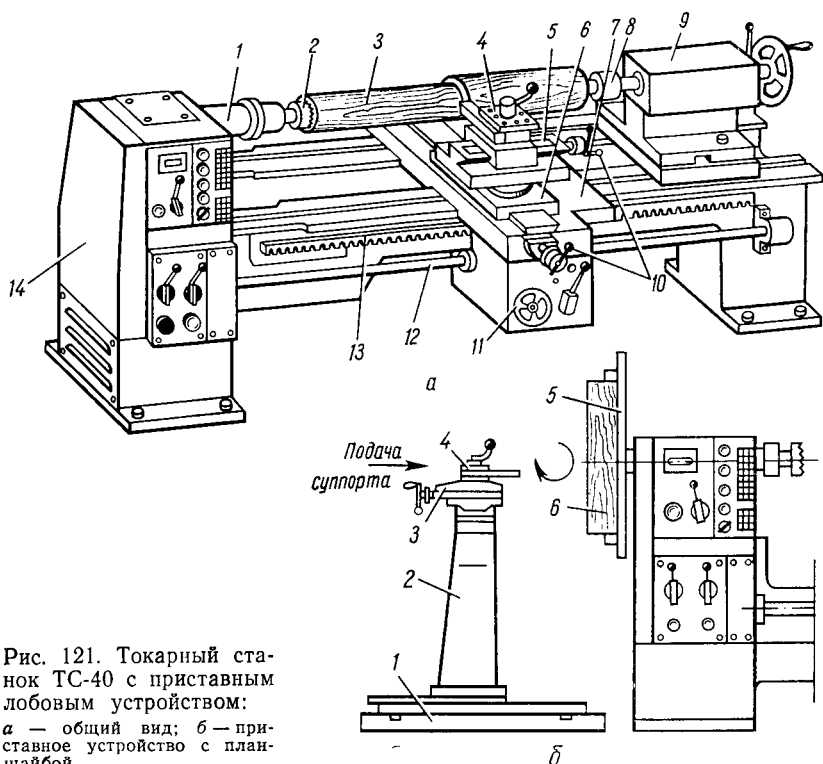


Рис. 121. Токарный станок ТС-40 с приставным лобовым устройством:
а — общий вид; *б* — приставное устройство с планшайбой

перемещение суппорта осуществляется поворотом маховичка 11. Суппорт имеет четыре скорости подачи в пределах 0,5...7,5 м/мин.

Станки могут быть укомплектованы приставным устройством (рис. 121, б) с планшайбой 5 для лобового точения, что позволяет обрабатывать торцевые поверхности. Заготовка 6 зажимается на планшайбе кулачковым зажимным устройством. Планшайба приводится во вращение от привода шпинделя станка. Резцедержатель 4 с резцом закрепляется на суппорте 3, который смонтирован на стойке 2 с основанием 1. Планшайба устройства позволяет обрабатывать заготовки диаметром до 600 мм.

Лобовые токарные станки используются преимущественно в модельных цехах для обработки изделий диаметром до 4000 мм. Диаметр планшайбы на тяжелых станках достигает 2000 мм, а на особотяжелых до 4000 мм. Резцедержатель с узколезвийным резцом устанавливается на крестовом суппорте и перемещается в горизонтальном направлении. При-

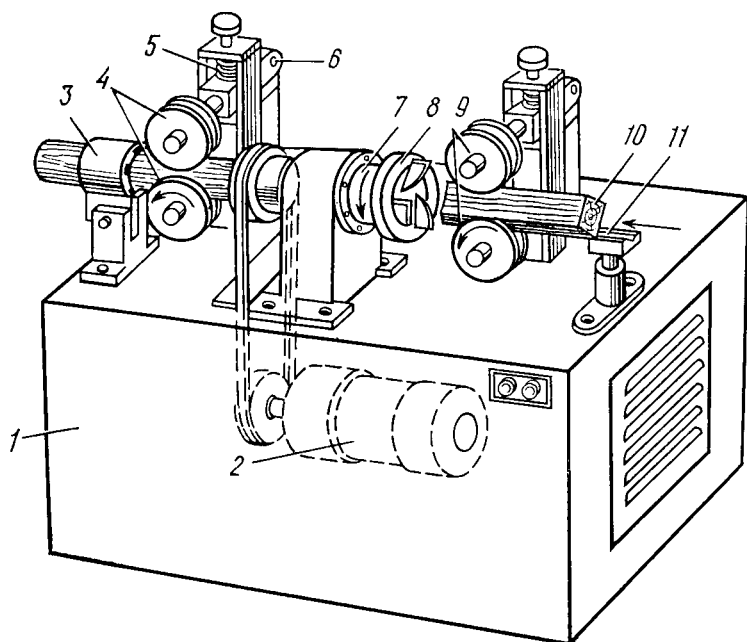


Рис. 122. Круглопалочный станок КПА2С-1

вод механизма подачи суппорта осуществляется от индивидуального электродвигателя и коробки передач.

Привод горизонтального шпинделя с планшайбой включает многоскоростной двигатель, коробку передач и ременную передачу, обеспечивает частоту вращения $60 \dots 1000 \text{ мин}^{-1}$.

Бесцентровые круглопалочные станки предназначены для проведения цилиндрической обработки удлиненных деталей по проходной схеме при осевой подаче заготовки. На существующих станках (КПА) изготавливаются детали диаметром $8 \dots 50 \text{ мм}$. В качестве режущего органа используется полая ножевая головка с резцами, режущие кромки которых обращены к оси вращения, вдоль которой подается заготовка.

В станках КПА20-1 (рис. 122) заготовка 10 квадратного сечения с лотка 11 коническими вальцами 9 подается в ножевую головку 8, которая закреплена на шпинделе 7. Шпиндель получает вращение от электродвигателя 2 через клиноременную передачу. Задние вальцы 4 с полуцилиндрической рабочей поверхностью — сменные и устанавливаются в зависимости от диаметра получаемого изделия. Прижим вальцов осуществляется пружинами 5. Привод вальцов осуществляется от об-

шего электродвигателя 2 через редуктор и систему передач. Передаточный механизм обеспечивает скорость подачи в интервале 5...15 м/мин. Для центрирования детали при выходе из станка и уменьшения ее колебаний устанавливается направляющая втулка 3. Все механизмы станка смонтированы на станине 1. Верхние валцы 4 и 9 отклоняются на осях 6, что обеспечивает прижим заготовки.

Наладка токарных станков осуществляется в следующей последовательности.

1. Выбор и установка резца. Резец выбирают в зависимости от характера выполняемой работы. На станках с механической подачей резец закрепляют в резцедержателе. Для черновой обработки используют обдирочный резец, для чистовой — резец с прямым лезвием. При выполнении фасонных работ используют специальные фасонные резцы.

2. Закрепление заготовки. В зависимости от длины и формы заготовки закрепляют в центрах, патроне или на планшайбе. В зависимости от длины заготовки заднюю бабку перемещают по продольным направляющим станины и фиксируют в нужном положении. Зажимают заготовку пинолью задней бабки. Для точения конусных изделий заднюю бабку смещают в поперечном направлении на величину, обеспечивающую необходимую конусность. Короткие заготовки закрепляют в патроне, который навинчивают на шпиндель. Наиболее удобны в работе патроны с раздвижными кулачками. Заготовки большого диаметра и малой длины закрепляют болтами на планшайбе, которая навинчивается на шпиндель.

3. При ручной подаче подручник на станке устанавливают таким образом, чтобы его рабочая кромка была как можно ближе к обрабатываемой поверхности заготовки и по высоте располагалась на уровне оси центров. По мере уменьшения диаметра заготовки рабочую кромку подручника перемещают в поперечном направлении, сохраняя минимальное расстояние до обрабатываемой поверхности.

4. Установка частоты вращения шпинделя в зависимости от диаметра заготовки и ее плотности. При этом исходят из величины скорости резания: при обработке мягкой древесины она должна быть 10...12 м/с, твердой 0,5...3 м/с.

5. Установка скорости подачи. Продольная подача при черновой обработке устанавливается в пределах 1,6...2 мм, при чистовой — не более 0,8 мм на один оборот шпинделя, поперечная подача — не более 1,2 мм на один оборот шпинделя.

6. Проверяют работу станка на холостом ходу с обработкой пробных деталей.

Ниже приведены технические характеристики центровых токарных ТП-1, ТС40 и ТС63, лоботокарного ТЛЗО-1 и круглопалочных КПА20-2 и КПА50-1 станков.

58. Шлифовальные станки

Шлифовальные станки предназначены для конечной обработки изделия с целью выглаживания поверхности до шероховатости заданного класса, выравнивания поверхности с доведением ее до плоского состояния и калибрования на заданную толщину. В качестве режущего инструмента используется шлифовальная лента.

Различают шлифовальные станки четырех основных видов: узкоколенточные, ширококоленточные, цилиндровые и дисковые.

Наиболее распространены узкоколенточные шлифовальные станки (рис. 123) с лентой шириной 80...350 мм, натянутой на двух или трех шкивах. Они могут быть с подвижным и неподвижным столом, контактным прижимом, свободной лентой и конвейерной подачей.

Станки с неподвижным столом ШЛНС (рис. 123, а) предназначены для шлифования плоских деталей, выравнивания размеров и зачистки угловых соединений. Привод ленты от ведущего шкива, над которым закреплена приемная воронка 1 для отсоса пыли. Верхняя ее кромка 2 служит упором для обрабатываемой детали. Другой шкив — натяжной. Шлифовальная

Технические характеристики токарных станков

	ТП40-1	ТС40	ТС63
Высота центра над станиной, мм	400	400	630
Расстояние между центрами, мм	1600	1600	1600
Размеры детали, мм:			
минимальная длина	—	—	—
диаметр	—	—	—
Частота вращения шпинделей, мин ⁻¹	200 . . . 2500	250 . . . 2500	135 . . . 2500
Число ступеней скорости шпинделя	6	9	8
Скорость подачи, м/мин	—	До 7,5	—
Установленная мощность электродвигателей, кВт	1,7	1,7	3,2

Продолжение

	ТЛЗ0-1	КПА-20-2	КПА50-1
Высота центра над станиной, мм	—	—	—
Расстояние между центрами, мм	4000	—	—
Размеры детали, мм:			
минимальная длина	1000	400	450
диаметр	—	8 . . . 25	20 . . . 50
Частота вращения шпинделей, мин ⁻¹	До 338	5200	5200
Число ступеней скорости шпинделя	24	—	—
Скорость подачи, м/мин	—	5	8; 12; 20
Установленная мощность электродвигателей, кВт	14,6	3,4	8,6

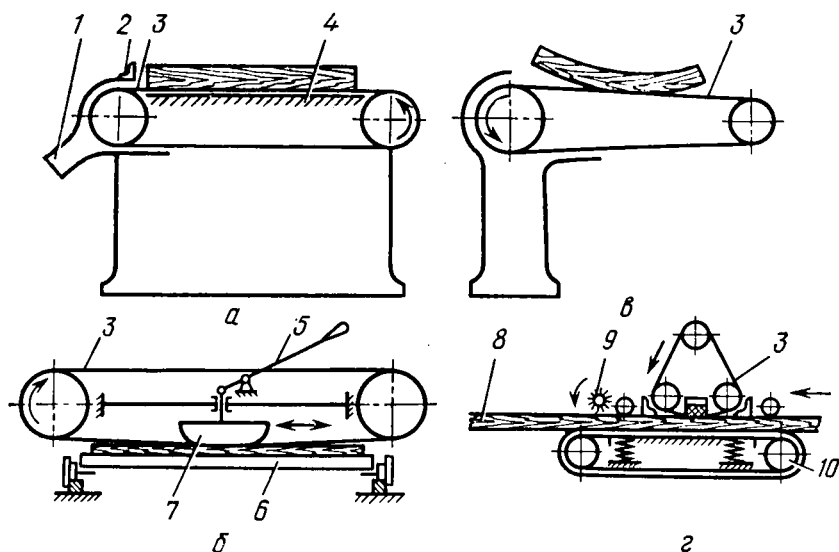


Рис. 123. Схемы ленточных шлифовальных станков:

а — с неподвижным столом; *б* — с подвижным столом; *в* — со свободной лентой; *г* — с конвейерной подачей

лента 3 тыльной стороной опирается на стол 4 станка, покрытый сукном или фетром. Станки подобного типа могут быть и с вертикально расположенной лентой.

В станках с подвижным столом и контактным прижимом ШлПС (рис. 123, б) заготовки подаются в направлении, перпендикулярном направлению движения шкурки. Контактный прижим (утюжок) 7 расположен по движению заготовки и управляется рукояткой 5. Шлифовальная лента 3 натянута между двумя шкивами. Рабочая ветвь шлифовальной ленты перемещается над подвижным столом 6, на котором установлена обрабатываемая деталь, по продольной и поперечной линейкам. Стол перемещается вручную или от пневмопривода по направляющим. Рабочий участок шлифовальной ленты прижимается к обрабатываемой поверхности утюжком. Утюжок может быть коротким и длинным. Длина короткого утюжка меньше длины (ширины) обрабатываемой детали, длинного утюжка — больше размера детали. Работа на станках с коротким утюжком малопроизводительна и утомительна для рабочего, поэтому их применяют обычно в малосерийном производстве.

Длинными утюжками (прижимными балками) оборудованы узколенточные шлифовальные станки с конвейерной подачей ШлПС-9 и ШлПС-10 (рис. 124). Они более совершенны и про-

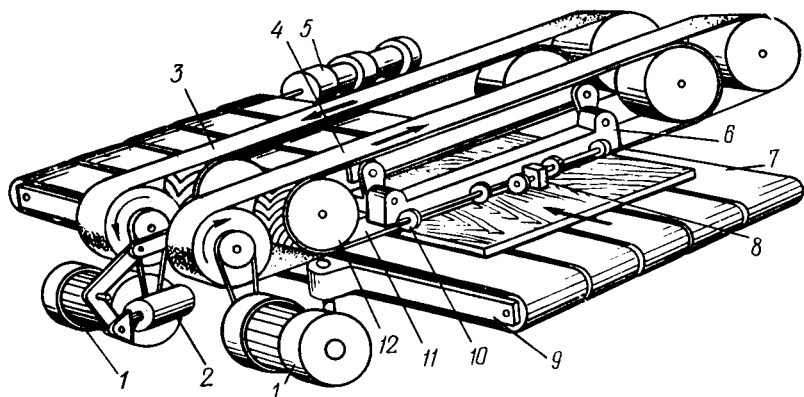


Рис. 124. Схема шлифовального станка ШлПС-9 с конвейерной подачей и длинным утюжком

изводительны, применяются на мебельных предприятиях для сухого шлифования пластей щитовых деталей и щитов, отделанных полиэфирными лаками. Станок имеет две узкие шлифовальные ленты 3 и 4, движущиеся навстречу друг другу и имеющие приводы от индивидуальных электродвигателей 1. Ленты натягиваются на рабочих шкивах с помощью пневматических устройств. Давление в зоне контакта ленты с заготовкой обеспечивается длинным утюжком 6, имеющим пневмопривод. Между утюжком и шлифовальной лентой на отдельных шкивах 12 натянута протекторная лента 11 с глубоким рифлением, благодаря чему уменьшается износ ленты, предотвращается быстрый ее нагрев при трении и забивание шлифовальной пылью. Очистка ленты от пыли производится воздушными форсунками.

Шлифуемый материал подается ленточным конвейером 7, который состоит из транспортных лент, смонтированных на столе 9, приводится в движение от электродвигателя 5. Щит прижимается к лентам конвейера роликами 10.

Для предотвращения сошлифовывания переднего и заднего ребер щита при его входе и выходе механизм подъема и опускания утюжка снабжен пневмоцилиндром 2, который управляется автоматически по командам конечного выключателя 8. В нерабочем положении утюжок находится в поднятом положении. Щит при подходе к первой ленте передней кромкой нажимает на контактный ролик, срабатывает конечный выключатель и утюжок опускается, прижимая ленту к шлифуемой поверхности щита. При проходе заднего ребра щита ролик опускается и дает сигнал на реле времени к подъему утюжка до полного выхода щита из-под шлифовальной ленты. Утюжок

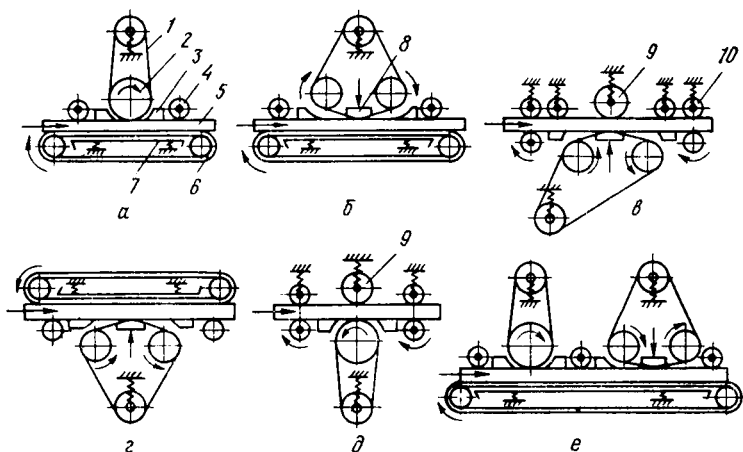


Рис. 125. Функциональные схемы широколенточных станков:

а — с ленточным конвейером и вальцовым контактом; б — то же, с утюжком; в — с одним ленточно-шлифовальным агрегатом и утюжком; г — с ленточным конвейером; и утюжком; д — с одним ленточно-шлифовальным агрегатом и вальцовым контактом; е — комбинированный

выполнен секционным, чтобы при обработке узкого щита не «заваливать» его продольные кромки. В этом случае впереди устанавливается несколько контактных роликов, которые, включают необходимые секции прижимного устройства. Станок легко встраивается в станочные линии проходного типа.

Широколенточные шлифовальные станки ШЛК проходного типа (см. рис. 123, г) применяются для обработки пластей щитовых деталей мебели и плит при их подготовке к отделке. Они высокопроизводительны и дают высокое качество и точность обработки. Механизм подачи 10 — конвейерного типа, направление подачи заготовки — противоположное движению шлифовальной ленты 3. Рабочая поверхность ленты утюжком прижимается к обрабатываемой поверхности щита по всей ширине ленты. Ширина ленты в зависимости от модели станка 600...900 мм. Значительная ее длина (2600...3800 мм) обеспечивает высокую стойкость и работоспособность. Производительность широколенточных станков в 10 раз выше, чем узколенточных, и в 2...3 раза выше, чем цилиндрических.

На рис. 125 приведены функциональные схемы широколенточных станков с вальцовым и утюжковым контактами и комбинированные.

Станки с вальцовым контактом (рис. 125, а, д) могут быть одно- и двусторонние, с верхним и нижним расположением лент. Они предназначены для чернового шлифования с выравниванием плоскости и калиброванием размера по толщине.

Утюжковые (рис. 125, б, в, г) могут лишь выглаживать поверхность с частичным ее выравниванием. Комбинированные станки (рис. 125, е) сочетают обе технологии и могут применяться для выравнивания, калибрования и выглаживания. Станки имеют два шлифовальных агрегата. Первый агрегат с контактным обрезиненным вальцом выравнивает плоскость и калибрует деталь по толщине. Второй ленточно-шлифовальный агрегат с прижимной балкой (утюжком) выглаживает обработанную ранее поверхность.

Станки, выполненные по схемам 125, а, б, г, е, снабжены ленточным конвейером 6, установленным на подпружиненном столе 7. Деталь 5 базируется по жестким балкам 3 и роликам 4 и обрабатывается одним или двумя шлифовальными агрегатами с контактными шкивами 2 или прижимной балкой (утюжком) 8.

Во всех схемах верхний шкив натяжной, что позволяет поддерживать постоянное натяжение шлифовальной ленты 1 при работе. Разнотолщинность заготовки компенсируется подпружиненным столом. При проходе заготовки удаляются неровности высотой 0,2...0,4 мм.

На станках с одним ленточно-шлифовальным агрегатом, выполненных по схемам 125, в, д, шлифуют нижнюю пластину. Деталь базируется нижней плоскостью на опорные балки 3 и ролики 4, а подача осуществляется подпружиненными верхними и опорными нижними роликами 9, 10.

В специальных производствах широколенточные станки применяются для калибрования ДСтП, ДВП, столярных плит в размер по толщине. В мебельном производстве находят применение широколенточные шлифовальные станки ШЛК-8, 2ШЛКА. Они различаются шириной шлифовальных лент и конструктивными размерами. Применяются для чистового сухого шлифования пластей щитовых деталей.

На рис. 126 представлена функциональная схема широколенточного шлифовального станка ШЛК-8. Шлифовальная лента 5, натянутая на трех прорезиненных шкивах 3 и 6, приводится в движение от двух нижних шкивов 3, получающих вращение от электродвигателя 8 через ременную передачу. Верхний шкив — натяжной и снабжен механизмом поворота 7 в горизонтальной плоскости, за счет чего шлифовальная лента совершает осциллирующее движение в направлении, перпендикулярном направлению подачи. Между нижними шкивами расположен контактный прижимной утюжок 4, внутри которого находится пневматическая камера со сжатым воздухом для создания усилия прижима ленты к поверхности изделия. В нерабочем состоянии утюжок находится в верхнем положении, а при входе торца детали в зону шлифования он автоматически опускается, создавая усилие прижима. При выходе заднего

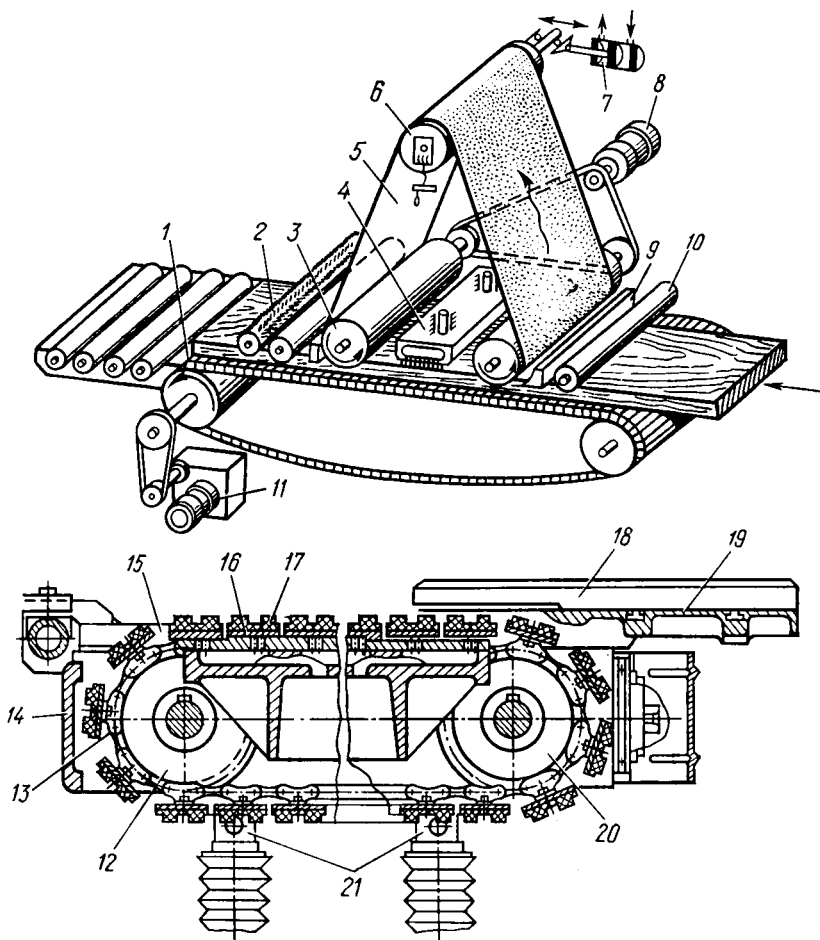


Рис. 126. Схема широколенточного станка ШЛК-8 с конвейерным механизмом подачи

торца из зоны шлифования утюжок снова поднимается, предотвращая таким образом перешлифовку кромок. Обрабатываемая деталь подается конвейером 1, который приводится от электродвигателя 11 через вариатор и ременную передачу. Конвейер смонтирован в столе 14, установленном на четырех реечных стойках 21. Рейки со столом и конвейером перемещаются по высоте с помощью реечных шестерен, которые получают вращение от маховика через червячные передачи. Конвейер, состоящий из двух цепей 13 и двух пар ведущих 12 и ведомых натяжных 20 звездочек, прижимает обрабатываемую

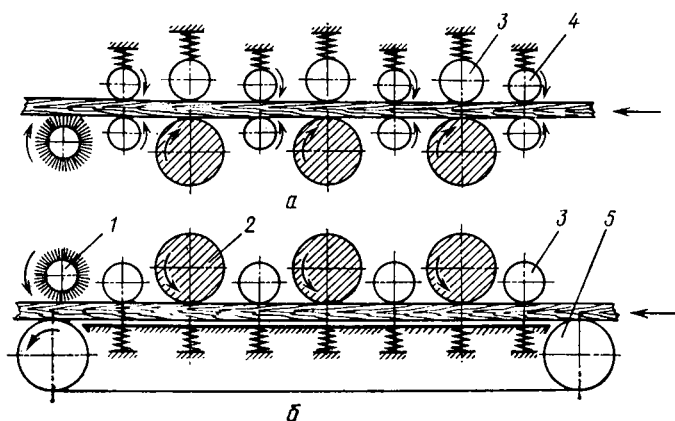


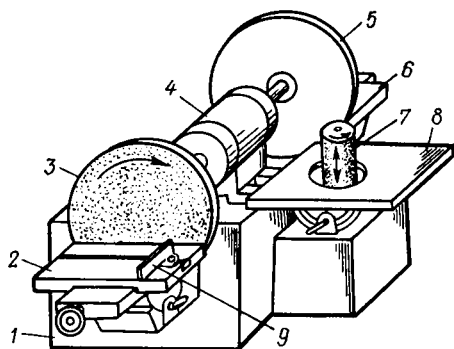
Рис. 127. Схемы многоцилиндровых шлифовальных станков с нижним (а) и верхним (б) расположением цилиндров

деталь к базирующим балкам 9. К звеньям цепей привернуты металлические пластины 16 с резиновыми накладками 17. Движение цепей выравнивается направляющими 15. На столе конвейера расположен передний столик 19 с направляющей линейкой 18. На входе и выходе шлифовального агрегата установлены прижимные ролики 10, создающие фрикционную связь детали с конвейером. Обработанная поверхность очищается от пыли щеточным валиком 2.

В цилиндрических шлифовальных станках шлифовальная шкурка крепится на цилиндрах диаметром 280...300 мм и длиной 750...2200 мм. Шлифовальный цилиндр и его привод изображены на рис. 80.

На цилиндрических шлифовальных станках помимо окончательного шлифования щитовых деталей выполняются калибрование и снятие провесов в собранных узлах. Станки имеют один или три шлифовальных цилиндра, которые могут располагаться сверху или снизу относительно обрабатываемого материала. Функциональные схемы многоцилиндровых шлифовальных станков приведены на рис. 127. В станках с нижним расположением цилиндров 2 в качестве подающих элементов используются нижние и верхние подающие вальцы 4, а станки с верхним расположением цилиндров 2 оборудованы подающим конвейером 5. Станки имеют прижимные ролики 3, а на выходе со стороны обработанной поверхности щеточные валики 1 для удаления пыли. На всех станках подача механическая. Абразивная шкурка наматывается на цилиндр с прокладкой на его поверхности из поролона, фетра, войлока или другого мягкого материала. На первый цилиндр наматывается крупнозернистая шкурка для чернового шлифования и выравнивания поверх-

Рис. 128. Дисковый шлифовальный станок с бобиной ШЛДБ-4



ности. Зернистость шкурки второго цилиндра средняя, что обеспечивает удаление следов черного шлифования. Третий цилиндр оснащен мелкозернистой шкуркой для получения поверхности высокого качества. Каждый цилиндр имеет ин-

дивидуальный привод от электродвигателя мощностью 5... 20 кВт и вращается с частотой 1500 мин^{-1} . Для повышения качества шлифования и уменьшения засорения шлифовальной ленты цилиндрам придается осевое осциллирующее движение с частотой 100 мин^{-1} и амплитудой 6... 10 мм.

Вследствие относительно небольшой длины окружности цилиндра происходит быстрое засорение шлифовальной ленты, что приводит к снижению качества обработанной поверхности. Стойкость шлифовальной шкурки при таких условиях эксплуатации невысокая.

Дисковые шлифовальные станки предназначены для черного шлифования различных деталей, снятия провесов в собранных изделиях. Они не обеспечивают чистого шлифования, поэтому находят ограниченное применение в мебельном производстве. Преимущественно используются станки с вертикальным расположением шлифовального диска (одним или двумя).

Станок (рис. 128) состоит из станины 1, на которой закреплен электродвигатель 4, шлифовальные диски 3 и 5. На торцевых поверхностях дисков закрепляется шлифовальная шкурка. Обрабатываемый материал базируется на столах 2, 6, 8. Некоторые станки (ШЛДБ) имеют дополнительный шпиндель с шлифовальной бобиной 7 для шлифования выпуклых и вогнутых поверхностей. Бобина совершает осциллирующее движение.

Наладка ленточных шлифовальных станков осуществляется следующим образом.

1. Выбирают и устанавливают шлифовальные ленты. Нельзя использовать надорванные, неправильно склеенные или обрезанные ленты. Натяжение ленты осуществляется перемещением неприводного шкива. Величина натяжения ленты должна быть такой, чтобы при легком нажиме на нее стрела прогиба не превышала 20 мм. Правильность набегания ленты регулируют поворотом оси шкива. 2. Регулируют амплитуду смещения ленты в станках с осциллирующим движением ленты путем перестановки датчиков автоматической системы осцилляции. 3. Уста-

навливают стол по высоте, поднимая его таким образом, чтобы зазор между лентой и обрабатываемой поверхностью был 20... 30 мм. 4. Устанавливают боковые и торцевые упоры на столе станка по размеру обрабатываемой детали. Их высота должна быть меньше толщины детали. 5. Устанавливают ход стола, равный ширине обрабатываемого щита. 6. Скорость перемещения стола и усилие прижима ленты выбирают в зависимости от зернистости шкурки, породы древесины и условий шлифования. 7. Проверяют работу станка на холостом ходу с обработкой пробных деталей.

Наладка цилиндрических шлифовальных станков осуществляется следующим образом.

1. Выбор и установка шлифовальной шкурки. Листы шкурки подбирают по зернистости в зависимости от условий шлифования, обрабатываемого материала и номера шлифовального цилиндра. Навивка шкурки может быть спиральной или цилиндрической в зависимости от конструкции цилиндра. После установки шкурки цилиндры проворачивают вручную, чтобы убедиться в их свободном вращении. 2. Установка цилиндров на толщину снимаемого слоя. Настраивают цилиндры и прижимные

Технические характеристики шлифовальных станков

ШлПС-5П ШлПС-7 ШлПС-9 ШлПС-10 ШлПС-12

Размеры обрабатываемой детали, мм:					
длина	2000	2000	2000	—	—
ширина	900	900	850	1200	1200
Число шлифовальных агрегатов, шт.	1	1	2	2	3
Скорость резания, м/с	25	25	25	25	25
Наибольшая скорость подачи, м/мин	—	14	24	24	28
Частота осцилляций, мин ⁻¹	—	—	—	—	—
Установленная мощность, кВт	4,0	4,8	32,3	24,3	47,7
Масса, т	0,6	0,62	3,5	3,0	5,2

Продолжение

ШлК-8 ШлЗЦ12-2 ШлЗЦ12-3 ШлДБ-5

Размеры обрабатываемой детали, мм:				
длина	350	450	450	—
ширина	850	1250	1250	—
Число шлифовальных агрегатов, шт.	1	3	3	2
Скорость резания, м/с	25	21	21	38
Наибольшая скорость подачи, м/мин	24	16	16	—
Частота осцилляций, мин ⁻¹	35	110	110	140
Установленная мощность, кВт	11,7	33,9	32,6	7,0
Масса, т	2,9	6,8	6,0	1,1

элементы по комплекту шаблонов, различающихся величиной сошлифовываемого слоя. 3. При наличии нижних подающих валцов установка их цилиндрических образующих выше рабочей поверхности стола на величину 01...0,2 мм. 4. Установка стола по высоте в зависимости от заданной толщины обрабатываемого щита. Грубая настройка выполняется механическим приводом, точная — вручную. Положение стола контролируют по отсчетному устройству. 5. Установка необходимой скорости подачи в зависимости от толщины снимаемого слоя, зернистости шкурки, степени ее затупления и требуемой шероховатости. 6. Проверка работы станка на холостом ходу и обработка пробных деталей.

Контрольные вопросы

1. Каково назначение фуговальных, рейсмусовых и четырехсторонних станков? 2. Какие технологические операции можно выполнять на фрезерных станках? 3. Каковы конструктивные особенности шлифовальных станков? 4. В каких случаях применяются дисковые шлифовальные станки? 5. Как осуществляется обработка заготовок на токарных станках? 6. Как производится наладка рейсмусовых станков?

Глава 12. СТАНКИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЗАКРЫТЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

59. Шипорезные станки

Шипорезные станки предназначены для формирования шипов и проушин на концах деталей при сборке из них рамочных конструкций или склеивания по длине. По виду шипов (рис. 129) и выполняемых при этом операций шипорезные станки разделяют на три типа: для формирования рамных, ящичных или зубчатых шипов.

Шипорезные станки для формирования рамного шипа. При формировании рамного шипа выполняется ряд операций: торцовка бруска дисковой пилой; формирование щечек и плечиков; вырезка проушин. Формирование щечек и плечиков производится цилиндрическими фрезами по схемам поперечного или торцевого фрезерования.

При использовании схемы с поперечным фрезерованием (рис. 129, б) для выработки шипа требуется пять шпинделей, а при необходимости выбора проушины устанавливается шестой шпиндель с проушечным диском 5. Заготовка 1 торцуется пилой 2 на заданную длину. Две цилиндрические шипорезные головки 3 формируют шип по толщине и его щечки, а подсечные головки 4 — плечики шипа. При использовании схемы с торцевым фрезерованием (рис. 129, в) для формирования шипа доста-

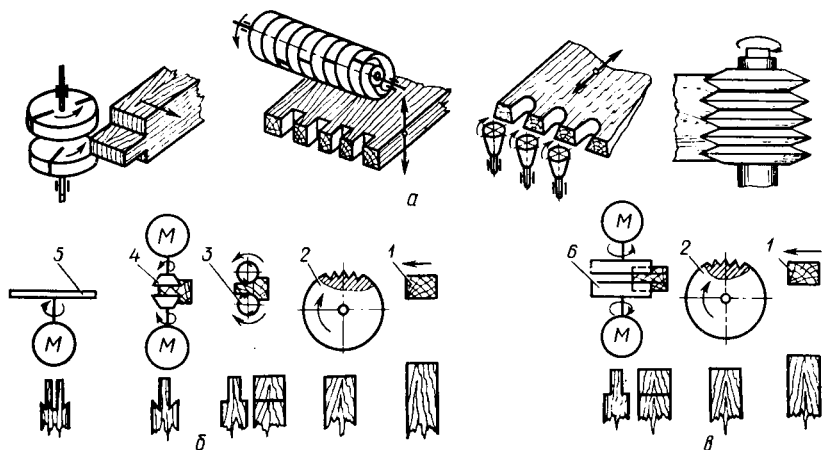


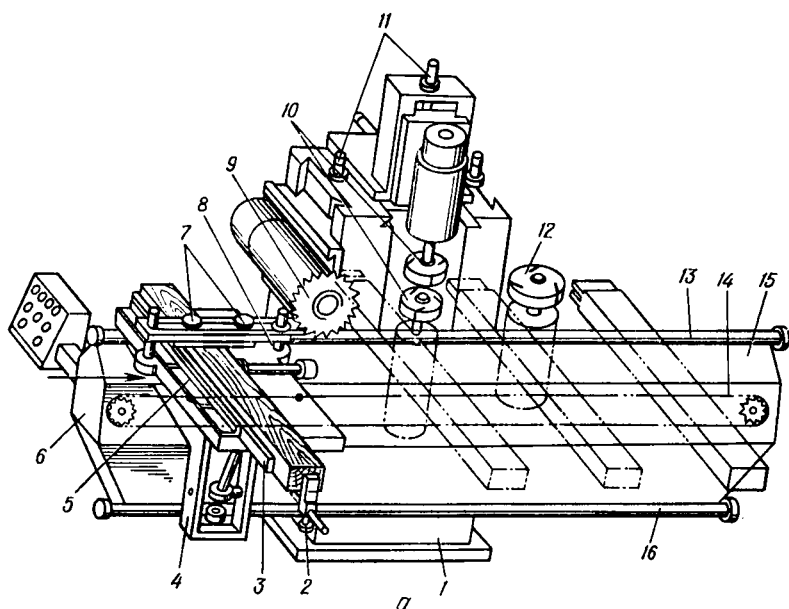
Рис. 129. Схема выработки шипов на шипорезных станках:

а — способы выработки шипов; *б* — функциональная схема рамного шестিশпиндельного шипорезного станка; *в* — функциональная схема рамного трехшпиндельного станка

точно трех шпинделей. Щечки и плечики шипа формируются двумя цилиндрическими дисковыми фрезами 6. Для выборки проушины необходимо установить дополнительный шпindel с проушечным диском. Нарезание рамных шипов может производиться коническими фрезами и пилами.

Шипорезные станки могут быть одно- и двусторонние. На двусторонних станках за один проход шип нарезается с обоих концов заготовки. Число шпинделей на таких станках в 2 раза больше, чем на односторонних того же вида.

На станине 1 одностороннего шипорезного станка (рис. 130, *а*) ШО16-4, выполненной в виде колонны, смонтированы 4 суппорта и опорная балка 15 с направляющими 13 и 16 и приводом механизма подачи 6. На суппортах установлены электродвигатели с удлиненными роторами, на валах которых консольно установлены пильный диск 9, две шипорезные цилиндрические дисковые фрезы 10 и прорезная дисковая фреза 12. Суппорты перемещаются ходовыми винтами 11 и имеют двухкоординатную систему настройки. Обрабатываемая заготовка базируется на столе 8 с помощью направляющей линейки 5 и упора 2, расположенных на каретке 4. Заготовка фиксируется гидрозажимами 7. Для предотвращения сколов на выходе режущего инструмента между направляющей линейкой и заготовкой установлен подпорный брусок 3. Станок работает по циклопроходной схеме. Возвратно-поступательное перемещение каретки обеспечивается гидроприводом с бесступенчатым регулированием скорости в диапазоне 2,5...15 м/мин. Каретка с заготовкой перемещается по двум направляющим вдоль режущих



инструментов, совершая рабочий ход с заданной скоростью, останов каретки в крайнем левом положении для съема и загрузки детали. Каретка приводится в движение втулочно-роликовой цепью 14 от гидроцилиндра через гидроусилитель.

Гидропривод (рис. 130, б) работает следующим образом. В исходном положении каретки кулачок 2 воздействует на конечный выключатель *ВК2*, который включает распределитель *P2*. Масло от насоса через обратный клапан *КО2* и распределитель *P2* сливается в бак. Предохранительный клапан *КП* работает в переливном режиме. Давление в системе отсутствует, и штоки гидроцилиндров *Ц2* зажима детали, отведены.

При включении кнопки «Подача» распределитель *P2* отключается, а разгрузочный клапан *КП* перекрывается. Давление в гидросистеме возрастает, срабатывают гидроцилиндры *Ц2* зажима и одновременно напорная линия через регулятор *РП* и распределитель *P1* соединяется с поршневой полостью гидроцилиндра *Ц1*. За счет разности эффективных площадей поршневой и штоковой полостей происходит рабочий ход каретки. При перемещении штока-рейки *Z1* через систему зубчатых передач *Z2*, *Z3*, *Z4* приводится во вращение звездочка 6, на которую надета втулочно-роликовая цепь с закрепленными на каретке концами.

В конце рабочего хода каретки кулачок 1 нажимает на конечный выключатель *ВК1*, который включает распределитель

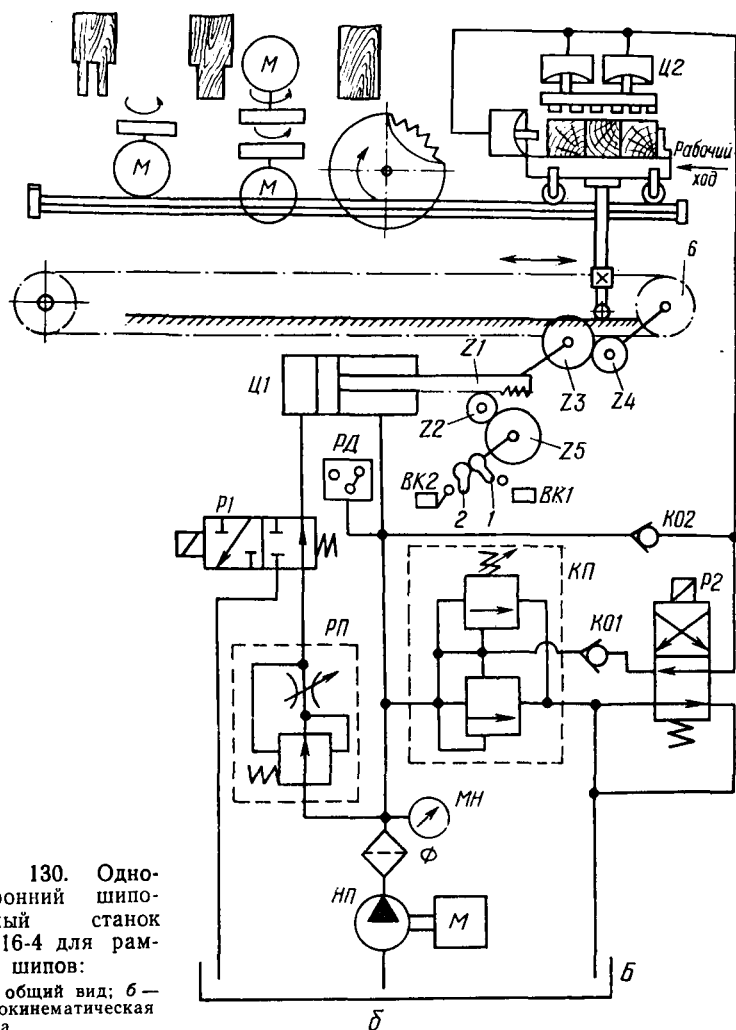


Рис. 130. Одно-
сторонний шипо-
резный станок
ШО16-4 для рам-
ных шипов:
а — общий вид; б —
гидрокинематическая
схема

$P1$, и масло из поршневой полости гидроцилиндра $Ц1$ сливается в бак. Происходит холостой ход, и каретка возвращается в исходное положение. В конце холостого хода кулачок 2 включает $ВК2$, который в свою очередь включает распределитель $P2$. Масло из напорной магистрали через $K02$ и $P2$ идет на слив. Давление в системе снижается, зажимы освобождают деталь. Рабочий цикл заканчивается, и для его повторения требуется повторное нажатие кнопки «Пуск».

В двусторонних шипорезных станках используется проходной метод обработки. Рамный двусторонний станок (рис. 131)

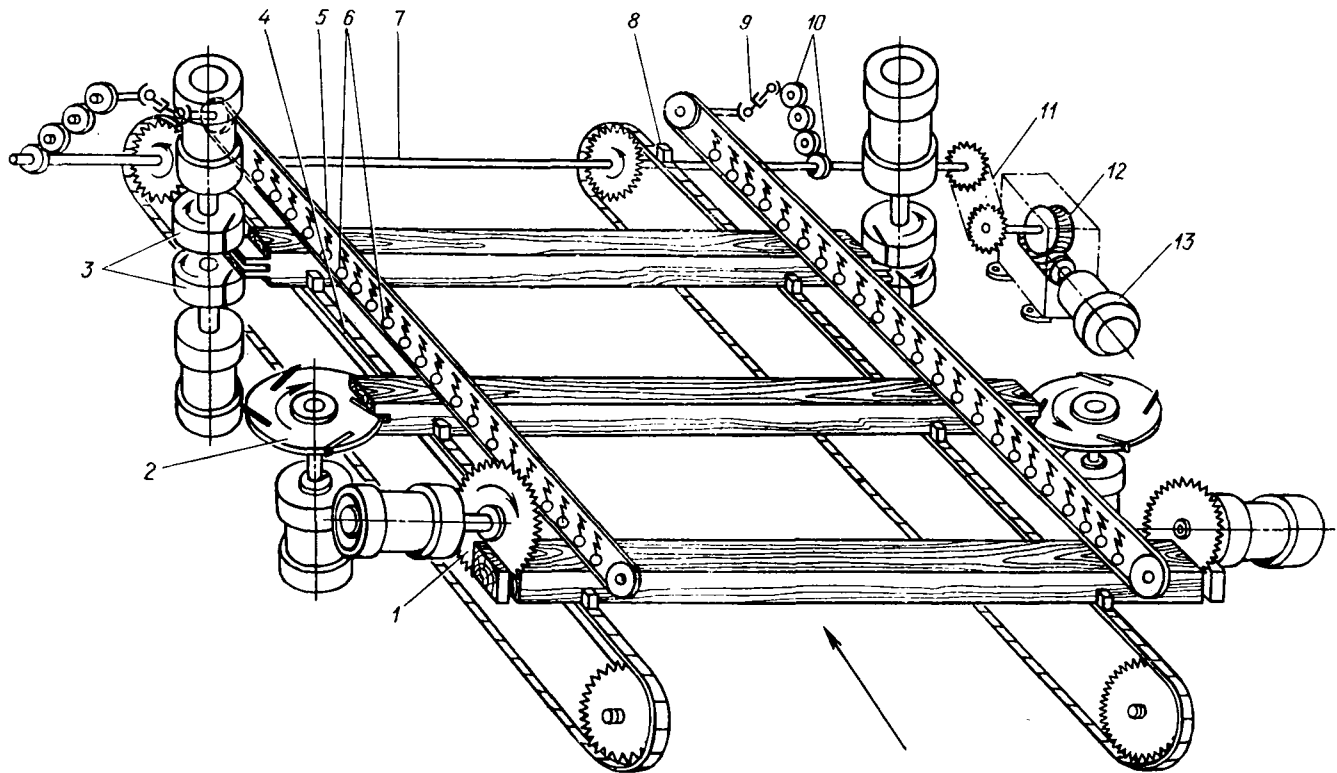


Рис. 131. Двусторонний шипорезный станок для нарезания рамного шипа

предназначен для обработки рамных шипов и проушин одновременно с обеих сторон брусковых деталей. Станина станка выполнена в виде рамы, на которой размещены две колонки. Правая колонка неподвижная, левая может перемещаться по направляющим станины при настройке на заданную длину. На каждой колонке смонтированы суппорты: пильный 1, проушечный 2 и по два шипорезных 3. Каждый суппорт имеет трехкоординатную систему настройки. Конвейерный механизм подачи выполнен в виде двух параллельных конвейерных цепей 4, приводимых в движение валом 7 от электропривода 13 через редуктор 12 и цепную передачу 11. Используется электродвигатель постоянного тока мощностью 1,5 кВт.

Скорость подачи регулируется бесступенчато в диапазоне 1,5...16 м/мин. На пластинчатых цепях механизма подачи установлены с заданным шагом упоры 8. Материал прижимается к конвейерным цепям двумя ремнями 5, на которые воздействуют подпружиненные ролики 6. Привод прижимных ремней осуществляется от ведущего вала 7 через шестерни 10 и карданную передачу 9. На станке можно обрабатывать детали длиной 200...2800 мм. Загрузка станка производится вручную или с использованием магазина.

Шипорезные станки для ящичного шипа могут быть односторонние и двусторонние. Односторонние станки, обычно вертикальной компоновки, работают по циклопроходной схеме. Двусторонние станки горизонтальной компоновки работают по проходной схеме.

Шипорезный односторонний станок ШПК-40 (рис. 132) предназначен для фрезерования прямых и зубчатых (клиновых) шипов. На жесткой литой станине 9 расположен горизонтальный шпиндель 11, вращающийся в подшипниковых опорах 2. Режущая головка шпинделя для удобства монтажа имеет две пиноли: на одной из них монтируются 12 фрез с проставочными кольцами, на другой — 13 фрез. Пиноли соединены зубчатыми муфтами и зажимаются гайками. Шпиндель приводится во вращение от электродвигателя 12, установленного на станине, через клиноременную передачу. На станине имеется передний упор 7 для регулировки высоты шипа или глубины проушины до 50 мм.

Стол станка 8 литой конструкции перемещается по направляющим станины гидроцилиндром 10. На столе установлены два боковых упора 3 для настройки размера крайней проушины. Для безопасности работы режущая головка в исходном положении полностью перекрывается поверхностью стола. Заготовка прижимается к рабочему столу станка прижимными башмаками 6, смонтированными на столе на двух стойках 4. Прижимы управляются гидроцилиндрами Ц2. Цилиндры Ц2 и Ц1 прижима и подъема стола работают от гидроагрегата 1,

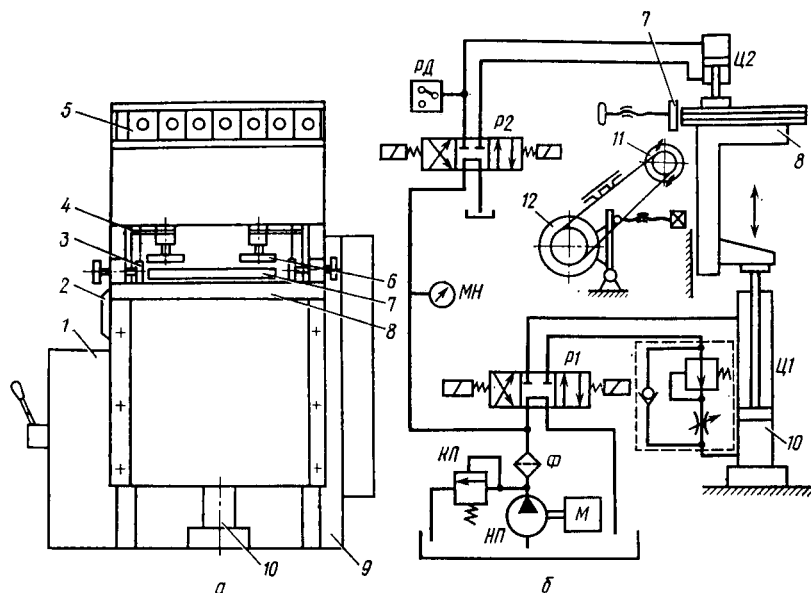


Рис. 132. Шипорезный станок ШПК-40:
а — общий вид; б — гидрокинематическая схема

расположенного на левой стороне станины. Кнопочное управление станка размещено на пульте 5. С помощью электроблокировки исключается случайный пуск при смене инструмента. Цикл работы станка полуавтоматический. Установка и съем заготовок производится вручную, остальные операции цикла выполняются автоматически по команде с пульта.

На станке можно обрабатывать детали шириной до 400 мм при прямом шипе и до 110 мм при клиновом (зубчатом) шипе. Толщина обрабатываемого изделия 8...100 мм. Можно нарезать прямой шип длиной 50 мм и клиновый — 10 мм. Наибольшая скорость рабочего хода стола регулируется — 6 м/мин.

Для обработки ящичных шипов ласточкин хвост в мебельном производстве применяют шипорезные станки типа ШЛХ. Обработка шипов осуществляется 25 концевыми коническими фрезами за один цикл.

Наладка односторонних шипорезных станков для формирования рамных шипов проводится следующим образом.

1. Проверяют и устанавливают режущий инструмент. На станках используют плоские круглые пилы с профилем зуба для поперечного распиливания, дисковые пазовые фрезы и шипорезные головки — для торцового или поперечного фрезерова-

ния. Устанавливают инструмент на станке с учетом направления вращения.

2. Устанавливают упорную линейку на каретке станка перпендикулярно направлению перемещения. 3. Для предотвращения сколов на выход фрезы устанавливают на упорной линейке подпорный брусок из твердой древесины. При выработке шипов с двух сторон детали на правом конце подпорного бруска закреплены неподвижный и откидной упоры. При фрезеровании косоугольных шипов используют специальный шаблон, рабочие грани которого выполнены под заданным углом. 4. Устанавливают рабочие шпиндели с режущим инструментом по эталону из твердой древесины в рабочем положении. Эталон базируют на рабочей поверхности каретки, плотно прижимая к подпорному бруску. Положение режущих инструментов регулируют по высоте и в горизонтальной плоскости. 5. Устанавливают в рабочее положение прижимные элементы так, чтобы их рабочие поверхности были на 2...3 мм ниже верхней поверхности заготовки. 6. Положением конечного выключателя регулируют величину хода каретки. 7. Устанавливают необходимую скорость подачи. 8. Проверяют работу станка на холостом ходу с пропуском пробных деталей. Полученный шип (проушину) сравнивают с эталоном. Равномерность толщины и параллельность расположения шипа и проушины по отношению к базовой поверхности бруска не должны превышать 0,1 мм на длине 100 мм.

Наладка двусторонних шипорезных станков для формирования рамных шипов проводится в следующей последовательности.

1. Проверяют и устанавливают режущий инструмент так же, как на односторонних станках. 2. Регулируют положение парных упоров таким образом, чтобы передняя грань заготовки, базирующаяся по ним, была перпендикулярна направлению перемещения цепи. Допускаемая величина неперпендикулярности — 0,3 мм на длине 1000 мм. Регулирование производится наладочным устройством на правом туере тяговой цепи. Индивидуальная наладка упора осуществляется регулировочным винтом, ввернутым в звено цепи. 3. Устанавливают подвижную колонку на заданный размер детали, включая электродвигатель перемещения. Точная установка производится вручную. 4. Для правильного ориентирования детали с левой стороны устанавливают упорную линейку так, чтобы левая пила отрезала припуск не более 5...10 мм. 5. Регулируют положение прижимных балок так, чтобы исключить перемещение заготовки относительно базовых поверхностей в процессе обработки. Рабочую поверхность балок опускают на 2...3 мм ниже верхней поверхности заготовки. 6. Устанавливают необходимую скорость подачи в зависимости от размеров вырабатываемых

шипов и породы древесины. 7. Проверяют работу станка на холостом ходу и обрабатывают пробные детали с контролем размеров полученных шипов и изделия.

Технические характеристики шипорезных станков

	ШО16-4	ЩД10-8	ШД10-9
Размеры заготовки, мм:			
длина	—	2200	2200
ширина	400	750	700
толщина (высота пакета)	150	75	75
Размер шипа, мм:			
длина	160	100	100
глубина проушины	160	100	100
ширина проушины	125	100	100
Число шпинделей, шт.:			
пильных (диаметр пил 400 мм)	1	2	2
проушечных (диаметр 350 мм)	1	2	2
шипорезных (диаметр 236 мм)	2	4	4
Скорость подачи, м/мин	15	16	16
Частота вращения шпинделей, мин ⁻¹	3000	3000	3000
Установленная мощность электродвигателей, кВт	12,7	20,7	22,5

Продолжение

	ШД16-8	ШПК-40
Размеры заготовки, мм:		
длина	3000	Не менее 250
ширина	200	400/110*
толщина (высота пакета)	150	100
Размер шипа, мм:		
длина	160	
глубина проушины	160	50/10*
ширина проушины	125	—
Число шпинделей, шт.:		
пильных (диаметр пил 400 мм)	2	—
проушечных (диаметр 350 мм)	2	—
шипорезных, (диаметр 236 мм)	4	Ножевой вал
Скорость подачи, м/мин	16	6
Частота вращения шпинделей, мин ⁻¹	3000	3000
Установленная мощность электродвигателей, кВт	24,5	12,1

* В числителе — при нарезании прямого шипа, в знаменателе — при нарезании зубчатого шипа.

Наладка односторонних шипорезных станков для формирования ящичных шипов проводится в следующей последовательности.

1. Устанавливают режущий инструмент. Комплект насадных фрез собирают вне станка на оправке с набором промежуточных колец. Зубья фрез располагают по окружности со смещением вершин на 10...30°. Оправку с набором фрез устанавливают на шпиндель, предварительно сняв подшипник, закрепляя гайкой, после чего устанавливают съемный подшипник. 2. Устанавливают направляющую линейку перпендику-

лярно оси шпинделя так, чтобы у кромки детали формировался шип (проушина) шириной, равной половине толщины основного шипа. 3. Устанавливают гидравлические прижимы на высоте, обеспечивающей нормальную загрузку и съем обработанных деталей. Рекомендуется зазор между верхней поверхностью заготовки и прижимом 10 мм. 4. Скорость перемещения стола выбирают в зависимости от размеров заготовки и вида обрабатываемого материала. 5. Проверяют работу станка на холостом ходу с обработкой пробных деталей.

60. Сверлильные станки

Станки предназначены для выработки круглых отверстий в торцах и пластах брусковых и щитовых деталей. Они могут быть одно- и многошпиндельными, вертикальными и горизонтальными.

Одношпиндельные сверлильные станки бывают вертикальные и горизонтальные, с ручной и механизированной подачей.

Станок с ручной подачей СВП-2 (рис. 133) имеет станину 11, на колонне которой установлен подвижный кронштейн 10, перемещающийся по высоте с помощью реечного механизма при повороте маховичка 9. На консоли кронштейна смонтирован стол 3 с зажимным механизмом 4. Стол может перемещаться в горизонтальной плоскости при повороте маховичка 2, что позволяет производить выборку продольных гнезд концевыми фрезами. На верхней части колонны смонтирован шпиндель 5 пинольного типа, приводимый во вращение от электродвигателя 8 через ременную передачу. Шкивы ременной передачи ступенчатые, что позволяет устанавливать частоту вращения шпинделя 3000 и 6000 мин⁻¹. На нижнем конце шпинделя имеется цанговый патрон для установки сверла или концевой фрезы. Опускание и подъем шпинделя осуществляются рукояткой 6 или педалью 1 через систему рычагов 7. Обрабатываемая заготовка устанавливается на столе 3 и фиксируется эксцентриковым зажимом 4.

Станки с механической подачей имеют устройство для механического надвигания шпинделя и пневмозажимы.

Многошпиндельные сверлильные станки могут быть с групповым и индивидуальным приводом, вертикальные и горизонтальные. На станках с индивидуальным электроприводом для уменьшения расстояний между осями сверл используют насадные многошпиндельные головки. Станки с индивидуальным приводом используют для высверливания отверстий различного диаметра в зависимости от установленных на шпинделях сверл. Широко применяются пневматические шпиндели с индивидуальным управлением, выполненные как агрегатные силовые головки.

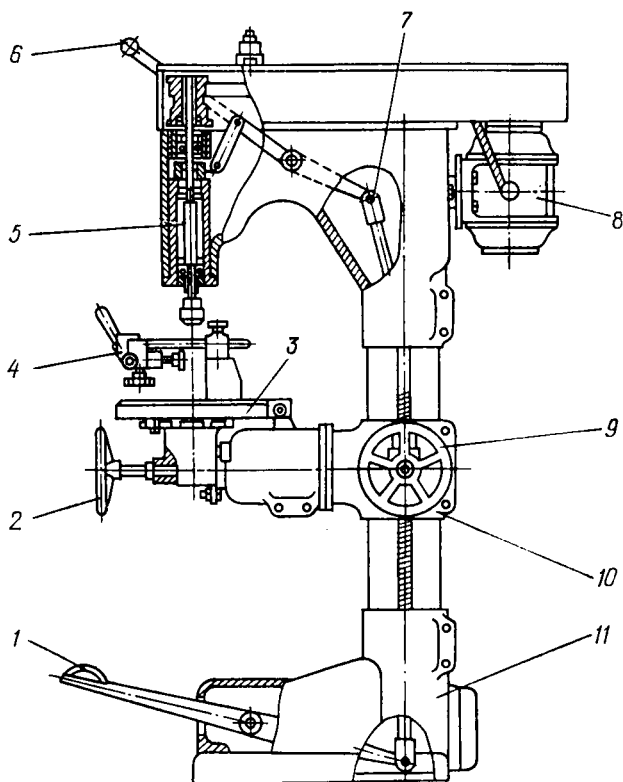


Рис. 133. Вертикальный сверлильный станок СВП-2 с ручной подачей

Многошпиндельные станки с возможностью поворота осей шпинделей из горизонтального положения в вертикальное называются универсальными.

Станки с групповым приводом для выработки отверстий под шканты на пласти или в торце детали называются присадочными. Они предназначены для сверления отверстий одного диаметра с линейным расположением сверл. Для сверления групповых отверстий на пласти используют вертикальные присадочные станки, для сверления отверстий в торце и кромке детали — горизонтальные одно- или двусторонние станки. Могут быть и вертикально-горизонтальные присадочные станки.

На рис. 134 дана схема вертикально-горизонтального сверлильно-присадочного станка с индивидуальным приводом многошпиндельных горизонтальных 5 и вертикальных 8 сверлильных головок.

Станок работает по позиционно-проходной схеме. В цикл работы входит загрузка, остановка детали на позиции обра-

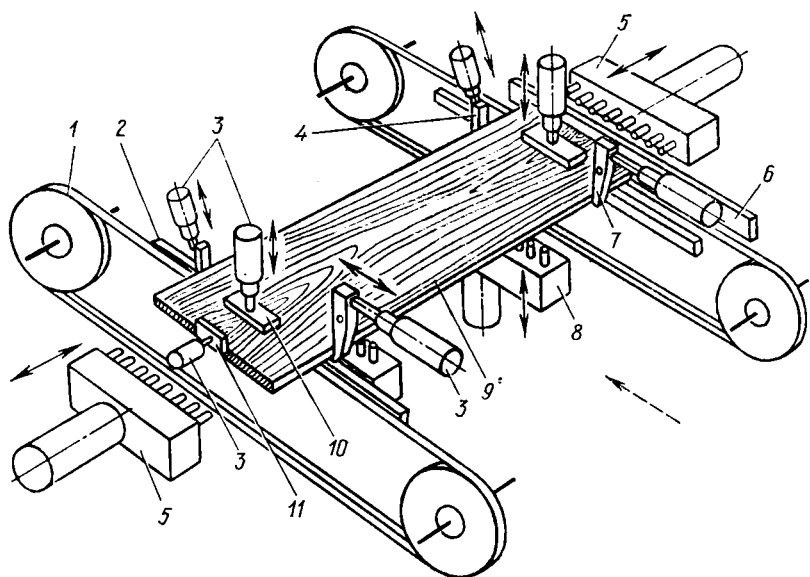


Рис. 134. Схема многшпиндельного вертикально-горизонтального сверлильно-присадочного станка

ботки и выгрузка. Обрабатываемая деталь (щит) 9 подается в зону обработки ленточным конвейером 1. Благодаря наличию шарнирной подвески толкателей 7 возможен свободный проход детали. После прохода под толкателями конвейер опускается, щит опускается на продольные балки 2, а толкатели 7 штоками пневмоцилиндров 3 дожимают деталь до упоров 4, управляемых пневмоцилиндрами. Срабатывает боковой упор 11, прижимающий щит к линейке 6, а башмаки 10 прижимают щит к балкам 2. Затем боковые зажимы опускаются и включается механизм надвигания сверлильных головок 5, 8 по технологической схеме обработки. После обработки упоры 4 и башмаки 10 поднимаются своими пневмоцилиндрами, при этом включается конвейер и транспортирует щит на выгрузку.

Станок для заделки сучков. Для повышения качества досок и брусков проводится высверливание сучков и заделка получающихся отверстий на сверлильном станке СВСА-2 (рис. 135). Станок состоит из станины 1 с вертикальными направляющими, по которым перемещается шпиндельный блок 8, предназначенный для размещения шпинделя 3 высверливания сучка, клеевпрыскивающего устройства 4, шпинделя 5 для изготовления пробки и забивки ее в отверстие, приводного и кулачкового валов. Шпиндели приводятся во вращение от электродвигателя

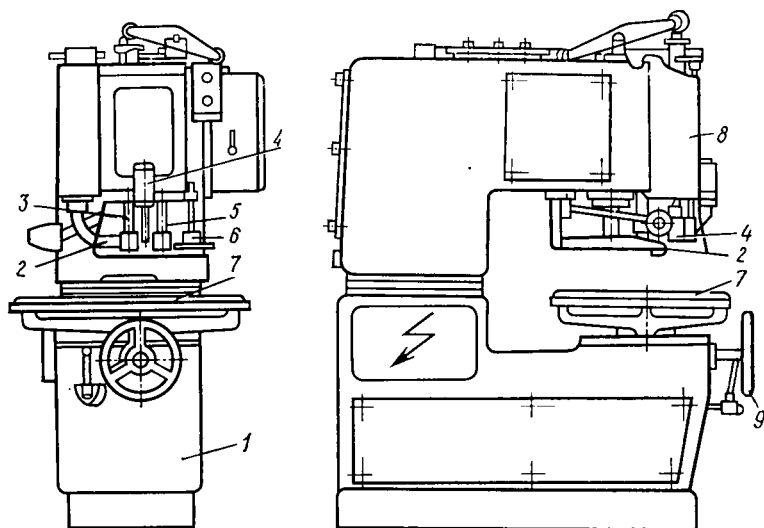


Рис. 135. Станок для заделки сучков СВСА-2

мощностью 2,8 кВт, размещаемого в станине, через клиноременную передачу.

Чугунный стол 7 поднимается и опускается маховичком 9. Для сдувания стружки при сверлении через сопло 2 подводится воздух от вентилятора. Обрабатываемое изделие устанавливается на столе и прижимается устройством 6, которое управляется кулачком от распределительного вала.

Шпиндель 3 высверливает сучок, а шпиндель 5 с пустотелым сверлом изготавливает из планки пробку и устанавливает ее в подготовленное отверстие. Перемещение шпинделей осуществляется от кулачкового вала. Перед установкой пробки стенки отверстия смазываются клеем с помощью клеевпрыскивающего устройства 4, плунжер которого управляется кулачковым валом и пружиной. Клей находится в резервуаре станка. Распределительный кулачковый вал начинает работать при нажатии на педаль, а прекращает свою работу автоматически после заделки отверстия, и суппорт возвращается в исходное положение.

Техническая характеристика сверлильного станка СВСА-2

Размеры высверливаемых отверстий и устанавливаемых пробок, мм:	
диаметр	25; 35
толщина	6; 9; 18
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	2860
Наибольшая толщина обрабатываемого материала, мм	150
Рабочий цикл, с	4

Наладка одношпиндельных вертикальных сверлильных станков проводится в следующей последовательности.

1. Выбирают и устанавливают режущий инструмент. Тип сверла, концевой фрезы выбирают в зависимости от диаметра сверления и направления сверления относительно волокон древесины. Крепят сверло в патроне, который устанавливают на шпинделе.

2. Устанавливают стол по высоте так, чтобы расстояние от режущего инструмента до обрабатываемой поверхности в крайнем верхнем положении шпинделя было 20 мм. 3. При сверлении глухих отверстий устанавливают ограничитель хода шпинделя на глубину сверления. 4. В зависимости от характера выполняемых работ устанавливают в соответствующее положение направляющую линейку, упоры или шаблон. 5. Устанавливают и регулируют прижим. 6. Проверяют работу станка и делают пробные отверстия. Отклонение перпендикулярности оси отверстия и базовой поверхности допускается не более 0,15 мм на длине 100 мм.

Наладку присадочных сверлильных станков проводят в следующей последовательности.

1. Выбирают и устанавливают сверла. Сверла могут быть обычного типа или с резьбовым хвостовиком и установкой под ключ. Резьба может быть левая или правая. Выбор сверла зависит от направления вращения шпинделя. При вращении шпинделя по часовой стрелке устанавливают сверла с левой резьбой и наоборот. 2. Устанавливают в нужное положение сверлильные шпиндели согласно расположению отверстий в детали. 3. Регулируют прижимные устройства, положение направляющих линеек базовых упоров и устанавливают ограничители глубины сверления. 4. Устанавливают скорость подачи в зависимости от диаметра сверления и обрабатываемого материала в пределах 0,2...1,5 м/мин.

61. Сверлильно-фрезерные станки

Станки предназначены для выборки в деревянных деталях скругленных глухих или сквозных гнезд. В качестве режущего инструмента используют концевые фрезы. Сверлильно-фрезерные станки могут быть одно- и многошпиндельные, которые выпускаются по заказу как специальные. В мебельном производстве применяют одно- и двусторонние одношпиндельные станки. По компоновке они бывают вертикальные и горизонтальные (рис. 136).

Одношпиндельные вертикальные станки (рис. 136, а) по конструкции аналогичны сверлильным, различаются они направлением перемещения стола и применяемым инструментом. Перемещение стола осуществляется маховичком, но может быть

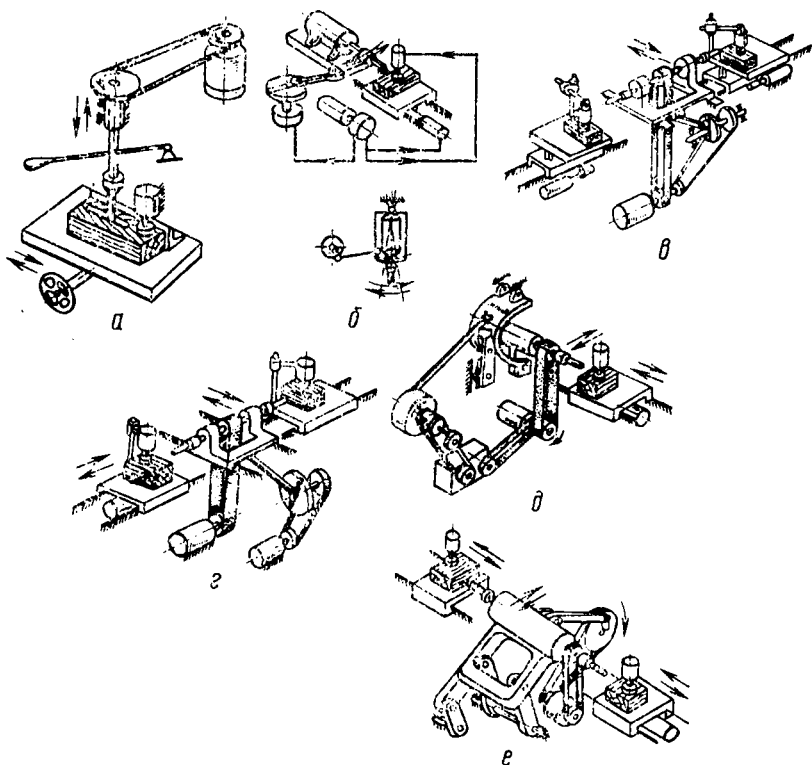


Рис. 136. Схемы сверлильно-фрезерных станков:

а — вертикальный с ручной подачей; *б* — горизонтальный с качательным движением суппорта; *в, г* — с горизонтальным прямолинейным перемещением суппорта; *д, е* — с качательным движением шпинделя при использовании шарнирно-реечного механизма

механизировано с установкой пневмо- или гидропривода. Станки используются в небольших производствах.

При работе станка с качательным движением суппорта (рис. 136, *б*) осевую подачу осуществляет стол с заготовкой. При такой кинематике на узких стенках гнезда появляются зубчатые неровности с шагом, равным величине подачи на одно качание суппорта шпинделя. Дно гнезда имеет стрелу вогнутости y , величина которой зависит от длины l гнезда и радиуса качания R :

$$y = l^2/8R. \quad (155)$$

Неровности на боковых станках гнезда и вогнутость дна, хотя и малы по величине, но все-таки снижают прочность соединения. Для современных станков характерна прямолинейная траектория поперечного перемещения шпинделя (рис. 136, *в, г, д, е*), при которой исключены недостатки предыдущей схемы,

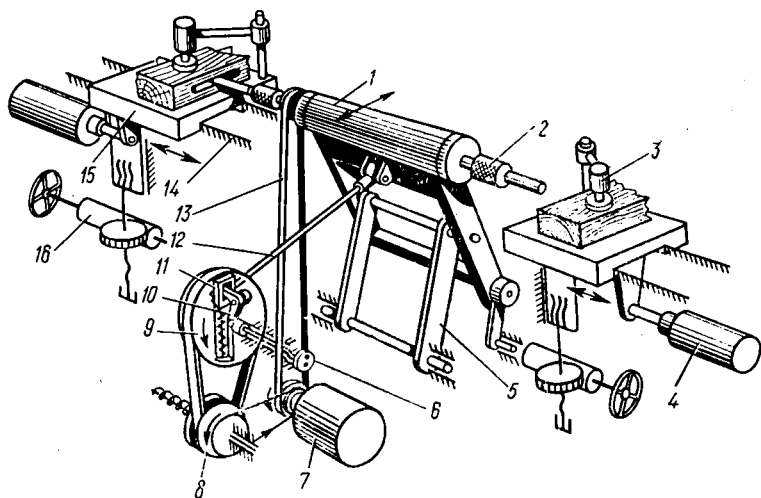


Рис. 137. Двусторонний сверлильно-фрезерный станок СВПГ-2

упрощается настройка станка на заданный размер длины паза, повышается качество продукции и производительность процесса. Различие представленных схем заключается в конструктивных особенностях поперечного перемещения шпинделя. В станках по схемам *в* и *г* суппорт шпинделя перемещается по плоским или призматическим направляющим, а в станках по схемам *д* и *е* суппорт отсутствует, а шпиндель совершает качательное движение с помощью шарнирно-рычажного механизма. Эти механизмы характеризуются высокой точностью и надежностью, простотой технического обслуживания и меньшей массой. Механизм по схеме *д* имеет подвесную конструкцию, а по схеме *е* — лямбдообразную. Вращательное движение шпинделя осуществляется от электродвигателя через ременную передачу. Регулирование длины паза производится изменением величины радиуса кривошипа. Зажим заготовки на столе и осевое перемещение стола — пневматический или гидравлический.

На рис. 137 изображен двусторонний одношпиндельный горизонтальный сверлильно-фрезерный станок СВПГ-2. Он имеет два рабочих стола 15, перемещающихся в вертикальном и продольном направлениях. Продольное перемещение по направляющим 14 обеспечивается пневмоцилиндрами 4. Вертикальное перемещение при наладке осуществляется червячно-винтовым механизмом 16. Заготовки устанавливаются на столах и фиксируются пневмоприжимами 3. Высокооборотный шпиндель 1 с двумя патронами 2 смонтирован на лямбдообразной шарнирно-рычажной системе 5 и приводится во вращение от электродвигателя 7 через плоскоремennую передачу 13. Частота вра-

щения — до 10^4 мин⁻¹. Возвратно-поступательное прямолинейное движение шпинделя обеспечивается шарнирно-рычажной системой от кривошипно-шатунного механизма, состоящего из кривошипного барабана 9 и шатуна 12. Барабан является ведомым шкивом клиноременного вариатора 8, который обеспечивает изменение числа качаний шпинделя в диапазоне 150...300 мин⁻¹.

Изменение амплитуды качания шпинделя, а следовательно, и длины паза, производится установкой ползуна 11 на требуемый радиус маховичком 6 через угловой рычаг 10 без остановки станка. При сверлении отверстий ползун кривошипа устанавливается по центру барабана 9.

На станке можно обрабатывать паз шириной до 16 мм, глубиной 90 мм и длиной 125 мм. Наибольшая скорость стола 3 м/мин.

Цикл работы станка полуавтоматический. Заготовка на столах устанавливается по упорам. Зажим, рабочий ход, возврат в исходное положение, освобождение зажимов происходят автоматически.

Наладку сверлильно-фрезерных (пазовальных) станков проводят в следующей последовательности.

1. Выбирают и устанавливают режущий инструмент. В зависимости от ширины гнезда используют одно, двух- и трехрезцовые концевые фрезы. Фрезы крепят в цанговом патроне. Вследствие неточности изготовления цанговых патронов возникает биение фрезы и ширина паза увеличивается на 0,1...0,2 мм. Радиальное биение посадочной шейки шпинделя допускается до 0,04 мм.
2. Устанавливают стол по высоте, поднимая его вручную. Положение стола определяется расстоянием выбранного паза до базовой поверхности при обработке. Ход стола при рабочей подаче устанавливают по глубине паза. В исходном положении расстояние между фрезой и заготовкой должно быть 20 мм.
3. Устанавливают амплитуду и частоту качания. Амплитуда качания определяет длину паза и регулируется изменением величины радиуса кривошипа по шкале на направляющей (станок СВПА-2) или поворотом маховичка (станок СВПГ-2). Устанавливают упор, фиксирующий положение одного торца детали на столе. Гидравлическим регулятором (станок СВПА-2) или поворотом маховичка (СВПГ-2) устанавливают требуемую частоту качания.
4. Устанавливают прижимы по высоте так, чтобы зазор между ними и деталью был 5...6 мм. Не следует располагать прижимы с большим вылетом.
5. Скорость подачи стола устанавливают в пределах 0,5...1,5 м/мин в зависимости от диаметра фрезы и твердости обрабатываемого материала.
6. Опробывают работу станка на холостом ходу с обработкой пробных деталей. Равномерность ширины паза должна соответствовать 11...13-м квалитетам. Допускается не-

параллельность пласти паза и базовой поверхности детали 0,15 мм на 100 мм длины. Шероховатость обработанной поверхности должна быть не более 200 мкм.

62. Долбежные станки

Станки предназначены для выборки прямоугольных гнезд в изделиях из древесины для шиповых соединений и установки фурнитуры. В качестве режущего инструмента наиболее широко применяют фрезерные цепочки и гнездовые фрезы.

Фрезерные цепочки устанавливают на цепнодолбежных станках и агрегатных головках. Цепное фрезерование выполняется зубьями цепи, перемещающейся по дуговой траектории. Каждый зуб срезает стружку циклоидальной формы при радиальной подаче. Для получения паза большей длины добавляется боковая подача. По расположению долбежных (фрезерных) цепочек различают вертикальные и горизонтальные цепнодолбежные станки, одно- и многошпиндельные. Вертикальные станки применяют для фрезерования гнезд на широких поверхностях щитовых и рамочных деталей, а также на боковых поверхностях брусков. Горизонтальные станки используют преимущественно для выработки гнезд на узких гранях щитов и рамок.

На рис. 138, а показан вертикальный одношпиндельный станок ДЦА-4. Станок состоит из чугунной станины 3 коробчатой формы, стола 5, суппорта 7, режущей головки 8, гидроэлектрооборудования и прижима 6. Спереди станины имеются направляющие для вертикального перемещения суппорта 7 гидроцилиндром, установленным внутри станины. Стол с вертикальной плитой 4 устанавливают на направляющих кронштейна, по которым он перемещается в горизонтальном направлении при повороте маховичка 10. На выходном валу электродвигателя 9 установлена ведущая звездочка 13 режущей головки. Головка состоит из сменной фрезерной цепочки 12, направляющей линейки 11, приводной звездочки 13 и натяжного ролика 14.

Обрабатываемая заготовка закрепляется на столе двумя гидрозажимами 6. Гнездо выбирается цепочкой при опускании суппорта с режущей головкой и электродвигателем привода 9. Величина хода суппорта или глубина гнезда задается установкой конечных выключателей, которые управляют гидрораспределителем *Р1* при рабочем и холостом ходах, а также на останов суппорта в верхнем положении. Если педаль 1 нажата, суппорт в нижнем положении, если отпущена, выполнен холостой ход. Для установки щитовых деталей служит упор 2.

На станке можно обрабатывать гнезда шириной 8; 12; 16; 20 мм, длиной до 250 мм и глубиной до 160 мм.

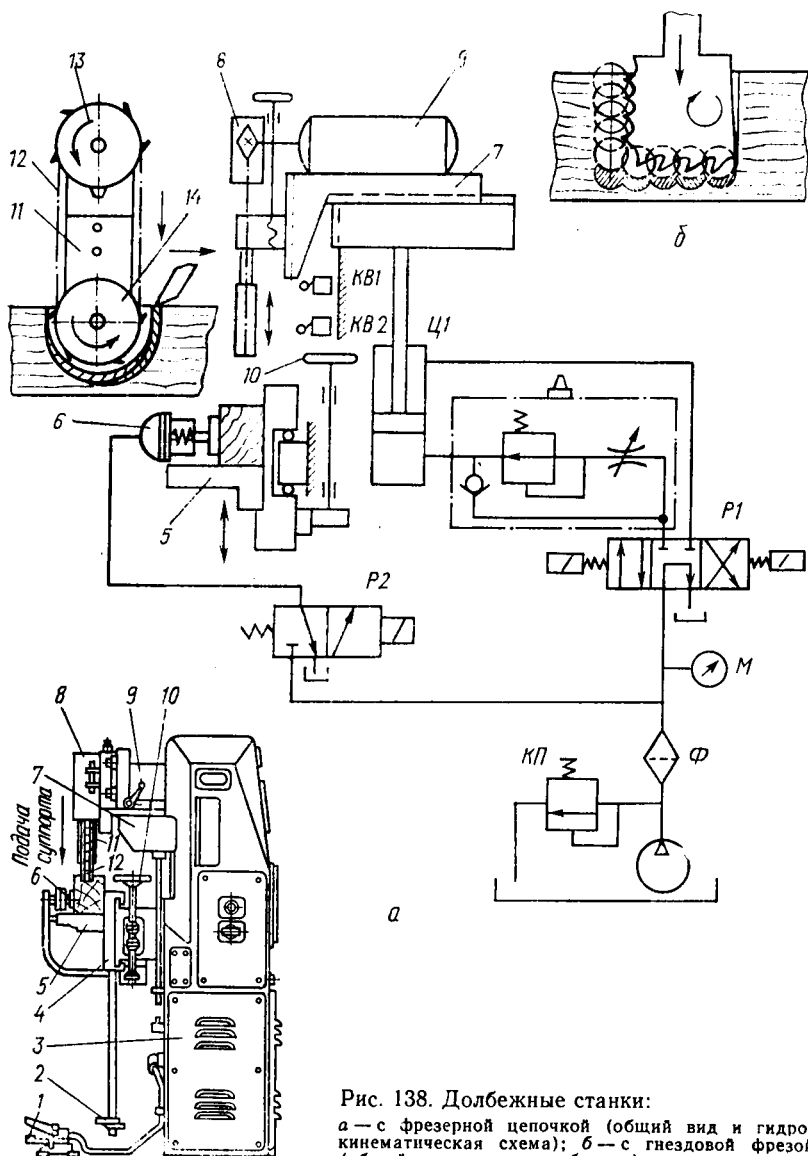


Рис. 138. Долбежные станки:

а — с фрезерной цепочкой (общий вид и гидрокинематическая схема); б — с гнездовой фрезой (общий вид и схема долбления)

Для долбления узких гнезд используют гнездовые фрезы, которые выполнены в виде узкой тонкой пластинки с зубцами на нижней и боковой гранях. Нижние зубья режущие, боковые — удаляющие стружку. Фреза совершает движение по эллиптической кривой или дуге окружности (рис. 138, б).

Долбление такой фрезой менее производительно по сравнению с цепным, но позволяет получать гнезда высокой точности шириной до 3 мм с прямым дном. Гнездовые фрезы устанавливают на долбежных агрегатных головках типа АГД (см. рис. 39, б).

Агрегатные головки, имеющие автономный электропривод и смонтированные на индивидуальных суппортах, могут устанавливаться как на позиционных станках, так и встраиваться в станочные линии. Эти головки находят широкое применение в мебельном, лыжном производствах и домостроении.

Длина паза определяется шириной фрезы и амплитудой колебания. Регулируется длина паза без смены инструмента. Ширина выбираемого гнезда определяется шириной зубьев гнездовой фрезы, поэтому фрезы выпускают различной толщины (2...16 мм). Для выработки нешироких гнезд применяют сплошные фрезы, для выработки широких гнезд — облегченные, с удаленной центральной частью пластины фрезы. Применение такой конструкции способствует уменьшению вибраций, и создаются более благоприятные условия удаления срезанной стружки за счет создания воздушного потока. Для предотвращения трения фрезы о боковые стенки фрезы при выборке гнезда ширина фрезы должна быть меньше ширины зубьев.

Гнездовые фрезы широко применяют при выборке гнезд под петли.

Наладка долбежных станков проводится в следующей последовательности.

1. В зависимости от размеров гнезда выбирают и устанавливают режущую головку. Параметры инструмента (ширину, длину, глубину) указывают на направляющей линейке. Устанавливают на валу электродвигателя ведущую звездочку, на ползуне — направляющую линейку. Фрезерную цепочку устанавливают таким образом, чтобы положение режущих элементов соответствовало направлению вращения шпинделя электродвигателя. Регулируют натяжение цепи. Цепь натянута правильно, если при ее оттягивании от направляющей линейки образуется зазор 6...8 мм.
2. Устанавливают стол по высоте таким образом, чтобы расстояние от нижних зубьев фрезерной цепи до верхней поверхности заготовки было 20 мм.
3. Величину хода суппорта устанавливают в зависимости от глубины вырабатываемого гнезда. При обработке сквозных отверстий величина хода A , мм, увеличивается на половину длины гнезда: $A = H + L/2 + 20$, где H — глубина гнезда (высота заготовки), мм; L — длина гнезда, мм.
4. При обработке удлиненных гнезд устанавливают откидные упоры, ограничивающие ход стола в соответствии с длиной гнезда.
5. Для предотвращения сколов в зоне выхода фрезерной цепи устанавливают деревянный под-

пор. 6. Регулируют положение прижимных устройств. 7. Устанавливают скорость подачи (0,5...4 м/мин) в зависимости от ширины и глубины гнезда, а также плотности обрабатываемого материала. 8. Проверяют работу станка на холостом ходу с обработкой пробных деталей. 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 должна быть не менее 200 мкм.

Ниже приведены технические характеристики сверлильно-фрезерных и долбежных станков.

Технические характеристики сверлильно-фрезерных и долбежных станков

	СВП-2	СВА-2	СВСА-2
Наибольшие размеры обработки, мм:			
диаметр сверления	40	40	35
ширина паза	40	40	—
глубина паза	100	100	20
длина паза	200	200	—
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	3000; 6000	3000; 6000	3000
Скорость подачи, м/мин	—	2,4	—
Установленная мощность электродвигателей, кВт	2,2	2,2	2,8

Продолжение

	СВПГ	СГВП-1	ДЦА-3	ДАГ-4
Наибольшие размеры обработки, мм:				
диаметр сверления	25	16	—	—
ширина паза	25	—	8 . . . 25	1 . . . 16
глубина паза	80	30	160	70
длина паза	125	—	—	—
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹ .	10 000	2850	2900	3000
Скорость подачи, м/мин	3,0	—	0,5 . . . 4	0,15
Установленная мощность электродвигателей, кВт	2,2	16,2	4,2	0,8

Контрольные вопросы

1. Каково назначение и принцип работы шипорезных станков? 2. Как производится наладка шипорезных станков? 3. Назначение и классификация сверлильных станков. 4. В чем особенности сверлильно-фрезерных станков? 5. Для выполнения каких технологических операций применяют долбежные станки? 6. Как производится наладка сверлильных станков?

Раздел 5. МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ МЕБЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Глава 13. МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОТДЕЛКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МЕБЕЛИ

63. Назначение и виды отделки поверхностей деталей

Отделкой поверхностей древесных материалов называют технологические процессы нанесения на обрабатываемые поверхности защитных и защитно-декоративных покрытий. Покрытия бывают прозрачные и непрозрачные, глянцевые и матовые. Прозрачные покрытия применяют при отделке поверхностей с красивой текстурой, что усиливает ее глубину и улучшает декоративные свойства. Непрозрачную (укрывистую) отделку используют для полного закрытия невыразительной текстуры поверхности.

Отделка может производиться лакокрасочными, пленочными и листовыми материалами. В качестве листовых материалов используют строганый шпон. В связи с дефицитом натурального шпона из древесины ценных и твердых лиственных пород широкое распространение получил метод печати и покрытия пленочными материалами. Пленки закрепляют на отделяемой поверхности клеем или за счет проникновения в поры поверхности расплавляемого материала пленки или содержащейся в ней пропиточной смолы.

Метод глубокой печати заключается в том, что выбранные покрытия с красивой текстурой фотографируют, а затем с диaposитива фотохимическим способом воспроизводят текстуру на поверхности формного цилиндра с рельефным изображением элементов рисунка. Глубина 20...60 мкм зависит от насыщенности линий.

Формный цилиндр с нанесенной текстурой устанавливают в печатный станок, где красконосящий валец наносит на него жидкий слой краски. Краска с образующей поверхности цилиндра снимается стальным ракелем и остается в углублениях. Рисунок переносится контактным способом с цилиндра на эластичный валик, который наносит его на поверхность щитовой детали. Производя съемку исходного рисунка многократно с использованием различных светофильтров и перенося рисунок на два или три формных цилиндра, получают многоцветную печать рисунка.

Технологический процесс отделки в общем случае включает следующие операции: очистку поверхности от пыли; изменение цвета поверхности (крашение или отбеливание); сушку окрашенной поверхности; грунтование или порозаполнение; сушку

грунтованной поверхности; промежуточное шлифование; очистку поверхности от пыли; лакирование; сушку слоя лака; шлифование; полирование покрытия. В зависимости от применяемого отделочного материала некоторые операции могут быть исключены.

Поверхность облицованных шпоном плит шлифуют ($R_{m\max} = 16 \dots 32$ мкм) и удаляют пыль из пор древесины. Для придания поверхности определенного цвета поверхность красят водными растворами кислотных красителей или консистентными составами, часто используется грунтовка НЦ-014. Такие материалы называют поренбейцами. Они хорошо проникают в поры древесины и хорошо ее окрашивают. Светлые поверхности отбеливают раствором щавелевой кислоты или смесью 20 %-ного раствора перекиси водорода и 20 %-ного водного раствора аммиака.

Грунтование поверхности производится для экономии лаков. В качестве грунтовочных материалов применяют нитрокарбамидные составы, грунтлак ВЛ-278, полиэфирные грунтовки ПЭ-0155 и ПЭ-0221.

Загрунтованную поверхность шлифуют и покрывают лаком, определяющим защитные или декоративные свойства. Используются нитроцеллюлозные, полиуретановые, полиэфирные лаки, а также лаки кислотного отверждения. Для получения поверхности с высокой степенью глянца полиэфирные покрытия шлифуют и полируют. Цель полирования — удаление неровностей после шлифования и придание поверхности зеркальной гладкости. При отделке кромок полосовыми и рулонными материалами операции шлифования и полирования не производятся.

64. Оборудование для подготовки поверхности

Станок ШПЩ9 (рис. 139) предназначен для грунтования и шпатлевания пластей щитовых деталей путем втирания пастообразных материалов вязкостью 250...350 единиц по пенетрометру.

Станок состоит из станины 1, двух роликовых конвейеров 2 и 9, двух опорных приводных вальцов 10, механизма 5 нанесения и втирания, состоящего из трех хромированных вальцов: дозирующего 11, наносящего 12 и втирающего 13, а также двух ракелей 4 и 6. На станке установлен общий привод механизмов подачи и нанесения 8.

Деталь 14 конвейером 2 подается на передний опорный валец 10 под наносящий валец 12. При прохождении детали на ее верхнюю поверхность наносится слой отделочного материала, толщина которого регулируется расстоянием между вальцами 11 и 12. Далее деталь попадает под втирающий валец 13, ок-

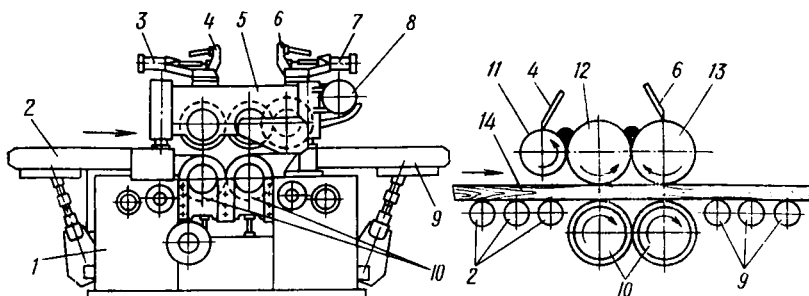


Рис. 139. Станок ШПШ9 для грунтования и шпатлевания

ружная скорость которого в 3...4 раза меньше скорости перемещения детали, а его вращение навстречу направлению подачи. Опорные валцы обрезинены, что обеспечивает соответствующее усилие прижима при втирании. Второй опорный валец 10 поднимается при наладке относительно первого на 0,5...1,5 мм, что достигается поворотом маховика этого вальца на 2...6 оборотов. Поверхность прижимного вальца очищается ракелем 4. Ракели прижимаются к дозирующему и втирающему вальцам пневмоцилиндрами 3 и 7. После обработки вальцом 13 деталь попадает на выходной конвейер 9. Для удобства технического обслуживания конвейеры 2 и 9 откидываются вниз.

На станке можно обрабатывать детали длиной 400...2500 мм, шириной до 900 мм и толщиной 10...40 мм.

Вальцевый станок ВЦ9 (рис. 140) предназначен для нанесения на пласти детали лаков и грунтовок вязкостью не более 60 с по вискозиметру ВЗ-4. Станок имеет пульт управления 2.

Станина 18 коробчатого сечения состоит из двух тумб. В верхней части тумб установлен приводной опорной валец 3, слева и справа от которого смонтированы роликовые конвейеры 1 и 11, откидываемые пневмоцилиндрами 19. Механизм нанесения состоит из наносящего 4 и дозирующего 7 вальцев. Наносящий и опорный валцы облицованы резиной, стойкой к растворителям. Зазор между наносящим 4 и дозирующим 7 вальцами регулируется перемещением вальца 7. Каждый из вальцов оснащен rakelами 21. Ракель дозирующего вальца в процессе работы совершает осциллирующее движение. Усилие прижима rakelей регулируется нажатием кнопок 5 и 6. Перемещение дозирующего вальца 7 относительно наносящего 4 производится поворотом маховика 9. Грубая настройка вальцов по высоте проводится электродвигателем через систему передач. Такая настройка осуществляется вручную поворотом маховика 17. Подъем и опускание конвейеров 1 и 11 производится рукоятками 15 и 16 с поворотом их относительно осей 10, 20.

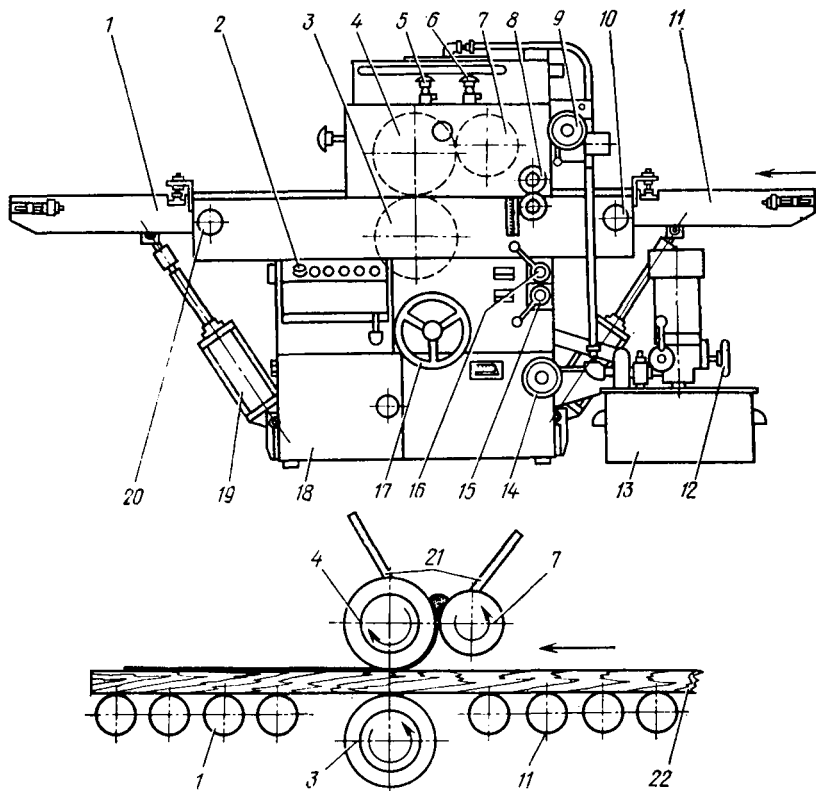


Рис. 140. Вальцовый станок ВШ9 для нанесения отделочных покрытий

Лакокрасочный материал подается насосной установкой 12, 13 в верхнее пространство между вальцами 4 и 7. Количество наносимого материала регулируется величиной зазора между этими вальцами. Частота вращения опорного и наносящего вальцов одинакова, что обеспечивает равномерность покрытия. Величина зазора регулируется в интервале $0 \dots 5$ мм. Величина требуемого зазора $0,08 \dots 0,15$ мм. На станке обрабатывают детали 22 длиной $400 \dots 2200$ мм, шириной до 900 мм и толщиной $10 \dots 40$ мм. Скорость подачи регулируется маховичком 14.

65. Оборудование для нанесения лакокрасочных покрытий

Процесс отделки состоит из ряда основных операций, одной из которых является нанесение лакокрасочных покрытий. Эта операция производится несколькими методами (рис. 141). Выбор метода определяется характером производства, наличием технических средств и видом обрабатываемого изделия.

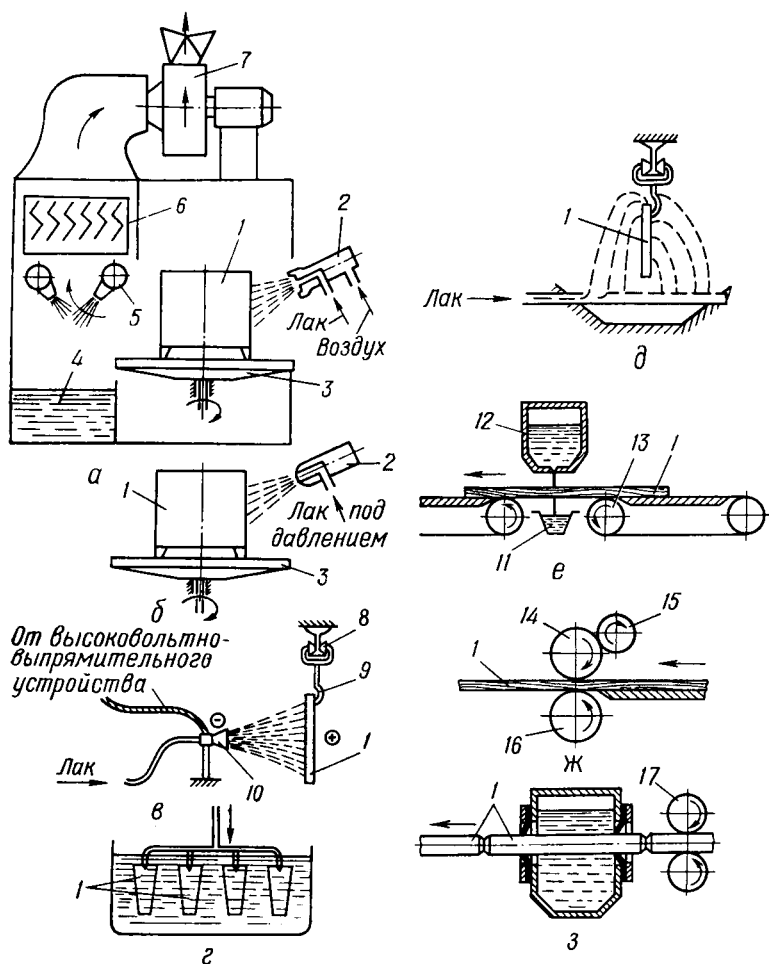


Рис. 141. Схемы нанесения лакокрасочных покрытий:

а — пневмораспылением; *б* — безвоздушным распылением; *в* — в электростатическом поле высокого напряжения; *г* — окунанием; *д* — струйным обливом; *е* — наливом; *ж* — накаткой; *з* — экструзией

Метод пневматического распыления (рис. 141, *а*) находит широкое применение. Отделка производится в специальных камерах, снабженных принудительной вытяжной вентиляцией 7. Обрабатываемое изделие 1 устанавливается на вращающемся столе 3. Лакокрасочный материал на поверхность изделия наносится с помощью пневмораспылителя 2, в котором кроме красителя подается воздух под давлением 0,3...0,5 МПа. Форсунки создают факел с шириной отпечатка 200...550 мм на

расстоянии 300...500 мм в зависимости от типа форсунки с расходом отделочного материала 20...70 кг/ч.

Для нейтрализации летучих элементов лакокрасочных материалов устанавливается система форсунок 5, образующих водяную завесу. Летучие элементы рабочего материала, соединяясь с частицами влаги, оседают в ванну 4. Оставшаяся часть летучих веществ отделяется в воздушном сепараторе 6 принудительной вентиляции, через которую выбрасывается в атмосферу очищенный воздух.

Современным методом нанесения лакокрасочных покрытий является **метод отделки в электрическом поле высокого напряжения** (рис. 141, в). На чашечные распылители 10 подается отрицательный электрический заряд, а к обрабатываемому изделию — положительный. При подаче на отрицательный электрод частиц лакокрасочного материала они ионизируются и в созданном электростатическом поле перемещаются к аноду (изделию), на котором и оседают. Изделие подвешивается на крюках 9 конвейера 8 и перемещается со скоростью 1,6...2,5 м/мин. Для реализации этого метода созданы линии для нанесения на поверхности изделий полиэфирных лаков. Для обеспечения нормального протекания процесса требуется на поверхность изделия наносить токопроводящую грунтовку.

Метод окунания (рис. 141, г) в основном используется для отделки мелких элементов мебели. Он не требует сложного оборудования.

Метод нанесения покрытия струйным обливом (рис. 141, д) применяется для изделий простой формы. Изделие обильно обрабатывается струями лакокрасочного материала, затем после стекания излишка лака оно помещается в камеру с атмосферой, насыщенной парами растворителя этого лака, с последующей сушкой. Метод эффективен и применяется при использовании маловязких, медленно сохнущих материалов.

Широко используется **метод наливом** (рис. 141, е) при обработке плоских поверхностей щитовых изделий. Обрабатываемый щит 1 конвейером 13 перемещается через плоскую струю лака, создаваемую наливочной головкой 12. Излишки лака стекают в сливной бачок 11. По этому методу работают лакононаливные машины, используемые на мебельных предприятиях.

Метод накаткой (рис. 141, ж) основан на подаче лакокрасочного материала на обрабатываемую поверхность вальцами 14...17. В машине имеются наносящий и дозирующий вальцы. Количество наносимого на поверхность материала регулируется величиной щели между этими вальцами. Вальцевые наносящие станки работают в проходном цикле.

Экструзионный метод (рис. 141, з) применяется для окраски брусковых деталей. Этот метод основан на принципе протягивания детали через сплошную массу красителя в закрытой

камере. Обработываемые детали подаются торец в торец без разрыва вальцами. Отверстия в стенках ванны в месте прохождения деталей закрыто резиновыми шайбами с отверстиями по форме детали. Изменяя жесткость шайбы (фильеры), можно регулировать толщину покрытия.

Этот метод имеет определенные преимущества перед другими. Оборудование относительно просто по конструкции, компактно и не требует сложной системы управления. В отличие от отделки в камерах струйного облива или окунанием на данном оборудовании не требуется размещение деталей на подвесках или в специальных захватах. При этом методе снижается расход красителя, потери растворителя и исключается попадание токсичных летучих веществ в рабочие помещения, так как процесс отделки происходит в закрытой камере с замкнутым циклом циркуляции краски при отсутствии открытого зеркала испарения. Одно из основных требований при работе по этому методу — не допускать межторцевых разрывов во избежание утечки красителя через фильеры.

Лакокрасочный материал наносится на заранее подготовленную поверхность. Она должна быть ровной, гладкой, чистой. Шероховатость ее должна быть $R_{m \max} \leq 16$ мкм по ГОСТ 7016—86 и влажность 8 ± 2 %.

Нанесение лакокрасочных покрытий на щитовые детали осуществляется методом налива с применением лаконаливных машин проходного типа, предназначенных для одностороннего непрерывного нанесения на пласти щитов нитроцеллюлозных и полиэфирных лаков, а также эмалей на их основе по одно- и двухкомпонентному способам. Машина может иметь одну или две наливочные головки. При работе с нитролаком используется одна головка, при использовании полиэфирных лаков — обе головки.

Метод нанесения лакокрасочных покрытий наливом состоит в том, что деталь, перемещаемая конвейером с заданной скоростью, проходит через завесу жидкого отделочного материала, и ее верхняя поверхность покрывается равномерным тонким слоем. Существует несколько конструктивных схем образования завесы (рис. 142, б). Завеса может быть образована при стекании отделочного материала, подаваемого через коллектор 3, по наклонному экрану 1. При этом получается хорошее качество покрытия 2, но с большой открытой поверхности экрана интенсивно испаряются растворители и загрязняют окружающую среду. Вторая схема образования завесы предусматривает использование наливочной головки с донной щелью. Недостатком этой схемы является трудность обеспечения постоянной толщины завесы по всей ее длине, образование воздушных пузырьков и засорение щели, что приводит к разрыву завесы отделочного материала.

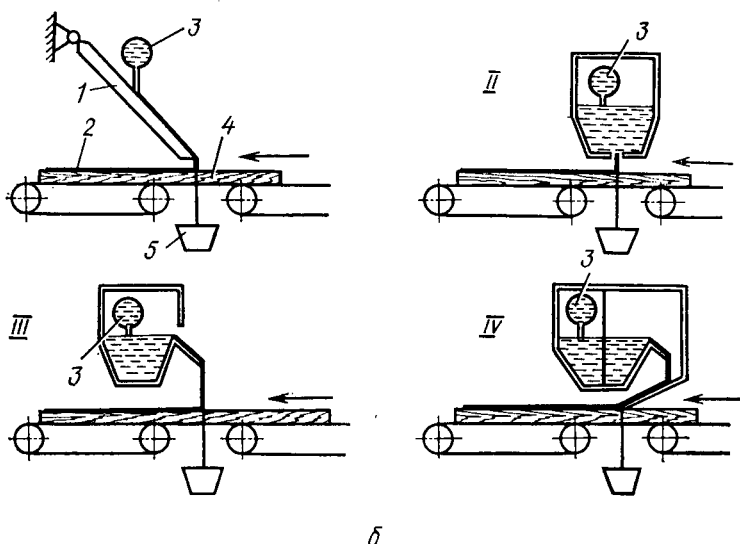
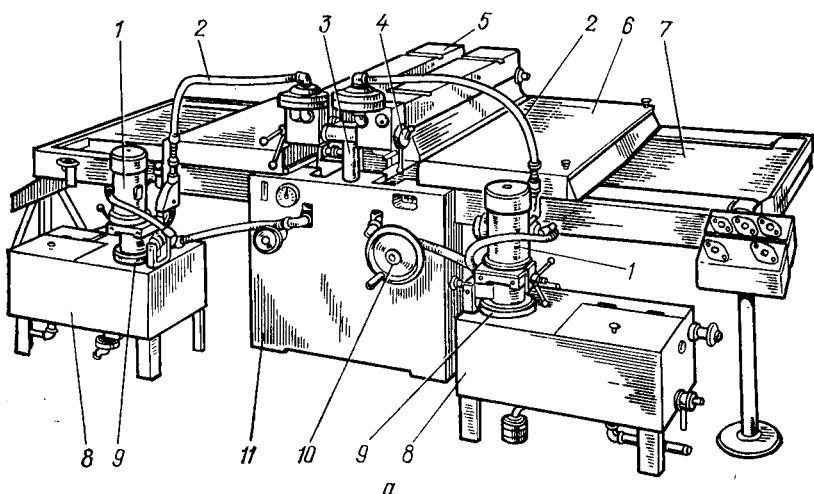


Рис. 142. Лакононаливочная машина:

а — общий вид; б — конструктивные схемы наливочных головок

По третьей схеме используется головка со сливной плотной. По этой схеме трудно получить тонкие пленки (25... 35 мкм). Применение таких головок приемлемо при работе с полиэфирными лаками.

Наиболее совершенными являются наливные головки (IV) со сливной плотиной и экраном. Внутренняя полость головки

состоит из двух частей, разделенных вертикальной перегородкой, в нижней части которой имеется переливная щель, перекрытая капроновой сеткой. Лак, поступающий из коллектора 3 в левую часть головки, через сетку переходит в правую часть и по мере повышения уровня переливается через плотину, растекаясь тонким слоем по экрану и сливается завесой на поверхность проходящей детали 4. Излишки лака стекают через лоток в бак 5, откуда насосом снова подаются в коллектор.

Машина ЛМ140-1 (рис. 142, а) состоит из двух лаконоливных головок 5, установленных на вертикальных подъемных стойках 3, механизмов подъема и установки головок в горизонтальное положение, трубопроводов 2 лакокрасочных материалов, туннелей 6, служащих для защиты лаковых завес от воздействия воздушных потоков, конвейера 7 подачи заготовок с гидроприводом, двух насосных установок с баками 8 для лакокрасочных материалов и шнековых насосов 1 с фильтрами 9. Регулирование лаконоливных головок 5 по высоте осуществляется маховичком 10, а в горизонтальной плоскости эксцентриковым устройством 4. Механизмы регулирования, головки и конвейер подачи смонтированы на станине 11.

Равномерная подача лакокрасочного материала без вспенивания и образование пузырей воздуха при наливке обеспечивается применением насоса шнекового типа. Нанесение лака на обрабатываемую поверхность происходит при перемещении щита на конвейере под наливными головками 5, которые формируют сплошные лаковые завесы. Количество наносимого лака регулируется бесступенчатым изменением скорости подачи конвейера и производительности насосов. Вся электроаппаратура размещается в специальном электрошкафу, установленном за пределами взрывоопасного помещения, а электрооборудование выполнено во взрывоопасном исполнении.

На машине можно обрабатывать детали с наименьшей длиной 400 мм, наибольшей шириной 1300 мм при скорости подачи 40...140 м/мин. Машина обеспечивает производительность 280 м²/ч.

Машина ЛМ80-1 имеет те же основные характеристики, длиной сливной кромки 800 мм, что обеспечивает возможность обработки деталей шириной до 700 мм.

Для высококачественной отделки решетчатой мебели полиэфирным лаком ПЭ-251Б ВПКТИМом разработана технология и оборудование лакирования изделий в электрическом поле токов высокого напряжения. По этому методу получается экономия дорогостоящих отделочных материалов. Поверхность древесины, подлежащая лакированию, должна быть обработана грунтовочными составами на основе поливинилацетатной дисперсии (ПВА) или лаком ПЭ-2118, обладающими токопроводящими свойствами. Допускается предварительная обработка

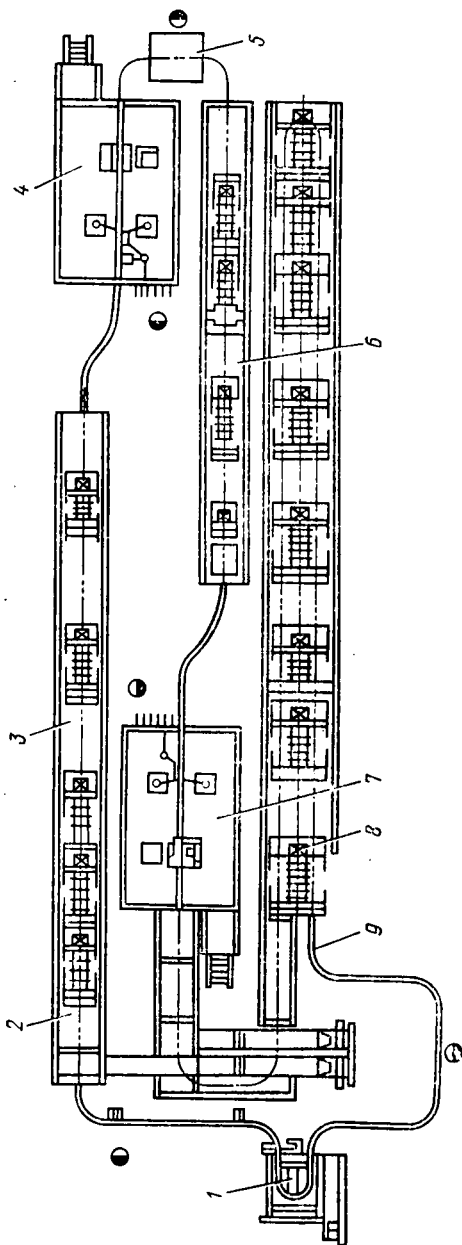


Рис. 143. Линия отделки изделий в поле высокого напряжения полиэфирными лаками

поверхности красителями. Лак наносит в камере электрического поля высокого напряжения чашечными распылителями диаметром 50 и 100 мм, вращающимися с частотой 900...1500 мин⁻¹. Напряжение на распылителях 65...130 В.

Линия отделки (рис. 143) состоит из следующих основных участков: станции 1 привода и натяжения конвейера; камеры 2 для нанесения грунтовочного токопроводящего состава; камеры 3 для сушки грунтовки; участка 4 первичного нанесения лака в электрическом поле и выдержки покрытия; распылительной кабины 5; камеры 6 конвейерной сушки; участка 7 вторичного нанесения лака в электрическом поле; камеры 8 окончательной сушки; цепного конвейера 9.

Линия работает следующим образом. Изделия, подлежащие отделке, с окрашенными и загрунтованными поверхностями вручную навешиваются на подвески цепи конвейера. Сначала они поступают в камеру нанесения токопроводящей грунтовки струйным обливом, а затем в камеру 3 конвективной сушки. На участке 4 чашечными распылителями наносится первый слой лака ПЭ-251Б с последу-

ющей выдержкой, в процессе которой происходит интенсивное выделение летучих элементов и частичная желатинизация покрытия. Вышедшие с участка изделия поступают в распылительную камеру для визуального осмотра качества и покрытия вручную из распылителя недостаточно покрытых мест. После окончательного отверждения в конвективной камере 6 изделие конвейером доставляется на участок 7, где в поле высокого напряжения наносится второй слой лака с последующим прохождением камеры 8 окончательной сушки покрытия.

Отлакированные детали и изделия выдерживают для стабилизации в условиях цеха не менее 0,5 ч. Линия применяется для отделки стула. Скорость перемещения конвейера регулируется бесступенчато в интервале 1,6...2,5 м/мин, что обеспечивает производительность 100 шт/ч.

Станок КЦ9 (рис. 144) предназначен для нанесения водорастворимых красителей на поверхность щитовых деталей мебели. Станок представляет собой

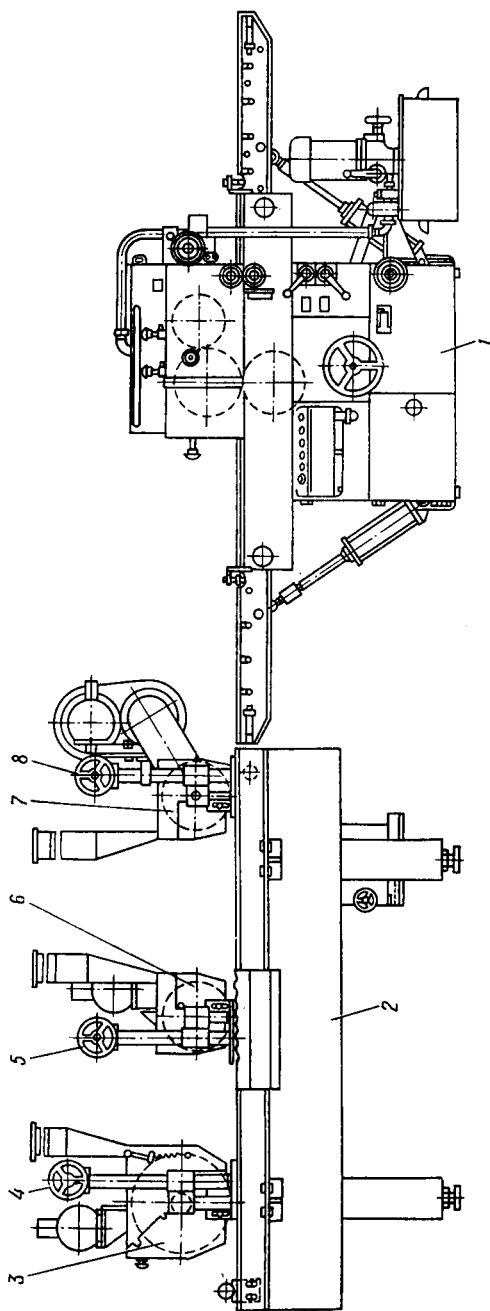


Рис. 144. Станок КЦ9 для крашения водорастворимыми красителями

комплект оборудования, состоящий из устройства для нанесения краски 1 и устройства для втирания и снятия излишков краски 2. Устройство для нанесения краски проходного типа по конструкции аналогично станку ВЦ9. Наносящий валец устройства покрыт полиуретаном. Направление вращения наносящего вальца может быть как попутным, так и встречным.

Устройство 2 представляет собой роликовый конвейер, на раме которого смонтированы две щеточные головки 6 и 7 и стирающая головка 3. Роликовый конвейер работает от электродвигателя через вариатор и редуктор. Первая щеточная головка 7 выполнена в виде вальца, вращающегося по направлению подачи. Щеточная головка 6 служит для втирания красителя в поры поверхности с попутным вращением.

Третья, стирающая головка 3, набранная из тканевых дисков, предназначена для снятия с поверхности излишков краски, пены, ворса, оставшихся после обработки предыдущими вальцами. Стирающий валец диаметром 400 мм вращается в направлении, противоположном подаче. Все головки настраиваются индивидуально маховичками 4, 5, 8 на толщину детали. Каждая головка имеет индивидуальный привод, закрыта ограждением и имеет воронку для подсоединения к отсасывающей системе. Расход красящего материала 20 г/м². На станке можно обрабатывать детали длиной 400...2500 мм, толщиной 10...40 мм, шириной 220...900 мм. После обработки детали на станке окрашенную поверхность необходимо сушить в течение 15...25 мин.

На финишном этапе отделки детали мебели, покрытые лакокрасочными материалами, полируют с применением специальных паст в виде мазей (паст) или брикетов. Полировальные пасты наносят непосредственно на полируемую поверхность, твердые — на полирующий инструмент.

Для полирования пастами применяют полировальные барабанные станки. При полировании поверхностей щитов и кромок, они работают по позиционной или проходной схеме. Станки для позиционной обработки имеют один барабан, заготовка совершает возвратно-поступательное движение. В станках, работающих по проходной схеме, деталь на проходе обрабатывается последовательно несколькими барабанами.

Тканевый полировальный диск полировального барабана состоит из нескольких гофрированных тканевых шайб, закрепленных на фибровой втулке и поджатых дисками. По внутреннему диаметру шайб располагаются турбинки, которые обеспечивают обдув и охлаждение полируемой поверхности. Барабаны станков кроме вращательного имеют осциллирующее движение, что способствует повышению качества и производительности. На многобарабанных станках осцилляция может быть индивиду-

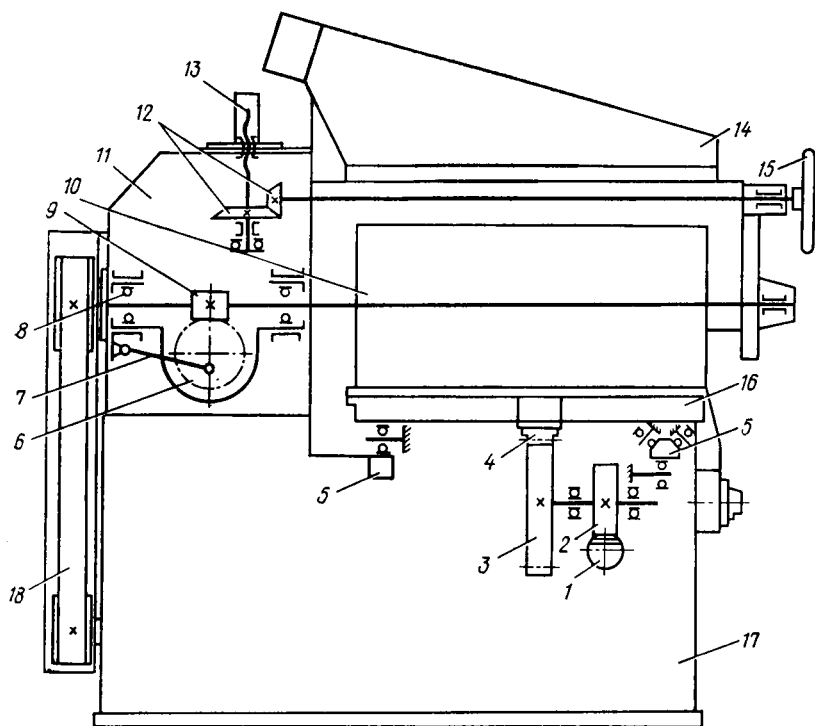


Рис. 145. Кинематическая схема полировального однобарабанного станка

альной для каждого барабана или групповой. Станки оборудуются конвейерной подачей.

Полировальный однобарабанный станок (рис. 145) предназначен для полирования пластей щитовых деталей мебели, покрытых нитроцеллюлозными или полиэфирными лаками.

Станок имеет сварную коробчатой формы станину 17, внутри которой установлено гидрооборудование и подmotorная плита для электродвигателя привода полировального барабана. На станине по вертикальным направляющим перемещается суппорт 11, несущий подшипниковый узел 8 вала полировального барабана 10 с осциллирующим механизмом, состоящим из шатуна 7, червячной шестерни 6 и червяка 9.

Полировальный барабан настраивается по высоте на толщину обрабатываемой детали маховичком 15, при повороте которого вращение передается на ходовой винт 13 через конические шестерни 12. Вращение барабану передается через клиноременную передачу. Натяжение ремней остается постоянным независимо от положения суппорта, так как подmotorная плита

с электродвигателем поддерживается клиновыми ремнями. Обрабатываемая деталь укладывается на каретку 16, которая на роликах перемещается по направляющим 5. Возвратно-поступательное движение каретки осуществляется от штока-рейки 1 гидроцилиндра через шестерни 2 и 3 и зубчатую рейку 4. Станок снабжен отсасывающим устройством 14.

Вал барабана одновременно с вращением совершает возвратно-поступательное (осциллирующее) движение с частотой 110 мин^{-1} и амплитудой 25 мм. На станке можно обрабатывать плиты размерами до $1800 \times 800 \times 50$ мм. Диаметр барабана может быть 400...300 мм. Скорость перемещения каретки изменяется бесступенчато в интервале 1,5...8 м/мин.

На многобарабанных полировальных станках могут быть 4, 6 или 8 барабанов. Станки проходного типа оснащены механизмом подачи конвейерного типа, состоящего из двух втулочно-роликовых цепей с обрешиненными планками, на которых устанавливается обрабатываемая деталь. На каждом суппорте станка монтируются прижимные ролики и механизм нанесения пасты. Бруски пасты размерами $400 \times 350 \times 50$ мм размещаются в кассетах, которые прижимаются к полировальному барабану пневмокамерами за счет изменения в них давления. Длина деталей, обрабатываемых на многобарабанных станках, не ограничивается. Частота колебаний при осцилляции 160 мин^{-1} . Скорость конвейера регулируется бесступенчато в интервале от 2 до 9 м/мин.

Для промежуточного шлифования лаковой пленки и грунтовок на щитовых деталях мебели применяется виброшлифовальный станок Шл2В (рис. 146). Станок состоит из станины, роликового конвейера, механизма шлифования и механизма настройки.

Роликовый конвейер 1 состоит из одиннадцати обрешиненных мягкой резиной роликов, приводимых в движение от электродвигателя через вариатор и цепную передачу. Деталь 2 базирована на неприводных гладких обрешиненных твердой резиной роликах 9, смонтированных на верхней подъемной раме 3. Механизм подачи обеспечивает скорость перемещения обрабатываемого щита в интервале от 6 до 20 м/мин.

Механизм настройки станка представляет собой систему рычагов, образующих параллелограмм, к которым прикреплена рама. На раме смонтированы виброутюжки 12, два барабана 4 и 8 для перемотки шлифовальной ленты 6 и отсасывающее устройство 11.

Виброутюжки представляют собой жесткие плиты, рабочая поверхность первого из них покрыта войлоком, у второго — латексом. Утюжки имеют индивидуальные электроприводы 7 через эксцентрики, что обеспечивает их колебания при работе в горизонтальной плоскости с амплитудой 5 мм. Шлифование

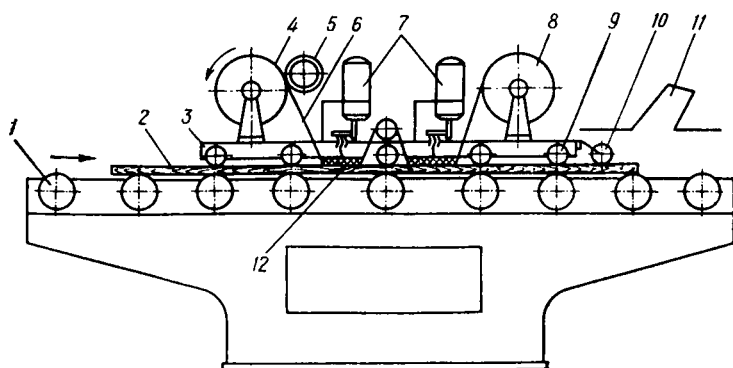


Рис. 146. Станок для промежуточного шлифования лакокрасочных покрытий Шл2В

лаковой пленки щитов производится шлифовальной лентой 6, которая прижимается к обрабатываемой поверхности виброутюжками. При проходе щита под первым утюжком шлифовальная шкурка снимает выступы (6...8 мкм) на лакокрасочном покрытии. На участке под вторым утюжком снимается поднявшийся ворс и сошлифовывается окисная пленка на глубину до 10 мкм.

Базирование по верхней пласти щита позволяет одновременно обрабатывать несколько деталей по ширине с разнотолщинностью до 3 мм. По окончании шлифования деталь попадает в зону отсасывающего устройства. Сжатый воздух поднимает шлифовальную пыль с поверхности детали, которая во взвешенном состоянии отсасывается эксгаустерной системой.

На толщину обрабатываемой детали станок настраивается вручную подъемом рамы механизмом, приводимым маховичком. Виброутюжки перемещаются по вертикали относительно поверхности базовых роликов настроечным механизмом, что обеспечивает регулировку усилия нажима шлифовальной ленты.

По мере износа шлифовальная шкурка в зависимости от длины обработанной поверхности по команде датчиков 5, 10 автоматически перемещается на рабочую длину утюжков механизмом перемотки.

Техническая характеристика виброшлифовального станка Шл2В

Размеры обрабатываемых деталей, мм:

ширина	200 ... 800
длина	500 ... 1800
толщина	6 ... 50
Частота колебания утюжков, мин ⁻¹	1400
Установленная мощность электродвигателей, кВт	1,8

66. Оборудование для обработки и облицовывания кромок щитовых деталей

Обработка и облицовывание кромок щитовых деталей мебели после облицовывания пластей и обрезки по формату включает нанесение клея на кромку, подачу и прижим облицовочного материала и снятие свесов со смягчением острых граней. Для проведения этих операций используются односторонние кромкооблицовочные станки МОК-3 и МОК-4.

Станок МОК-4 (рис. 147) предназначен для одностороннего облицовывания прямолинейных кромок щитов синтетическим рулонным материалом и натуральным шпоном, станок МОК-3 — только синтетическим рулонным материалом.

Основой станка является установленная на опорах 1 станина 2, на которой монтируются все агрегаты. Для перемещения щита вдоль станка установлен цепной конвейер 4 с накладками на звеньях, изготовленных из антифрикционного материала. Обрабатываемая деталь прижимается к цепи конвейера клиновым ремнем, перемещающимся со скоростью конвейера. Прижим осуществляется через ролики, на рычаги которых воздействует резиновый шланг с давлением воздуха 0,1 МПа. Вся система прижима располагается на траверсе 8, перемещение по высоте которой при настройке производится вручную вращением маховичка винтового механизма.

Клей-расплав размещается в клеевом бачке 20 вместимостью 7 м³, где он разогревается трубчатыми электронагревателями до температуры 200...250 °С, расплавляется и наносится на кромку вращающимся роликом. Ролик подогревается встроенной в него спиралью. Температура в бачке и ролика поддерживается автоматически.

Облицовочный материал в виде рулона или полосок шпона размещается в магазине 19. Из магазина он выдается автоматически по команде конечного выключателя, который срабатывает при воздействии перемещающегося щита. Облицовочный материал из магазина поступает под приводной ролик блока обкатки 18. Окружная скорость этого ролика равна скорости перемещения конвейера подачи. Ролики блока обкатки прижимают облицовочный материал к кромке щита под действием пружин. Передний и задний свесы по длине детали снимаются пильными головками 16 и 17, которые установлены на пантографах и работают как суппорты сопровождения. Свесы облицовочного материала по толщине щита снимаются фрезерно-фасовочными головками 14 и 15. В качестве привода фрез 7 используются электрошпиндели мощностью 0,3 кВт при синхронной частоте вращения 12000 мин⁻¹. Электрошпиндели смонтированы на рычагах, на которых установлены копиры 6, обеспечивающие снятие свеса заданного размера заподлицо с уровнем

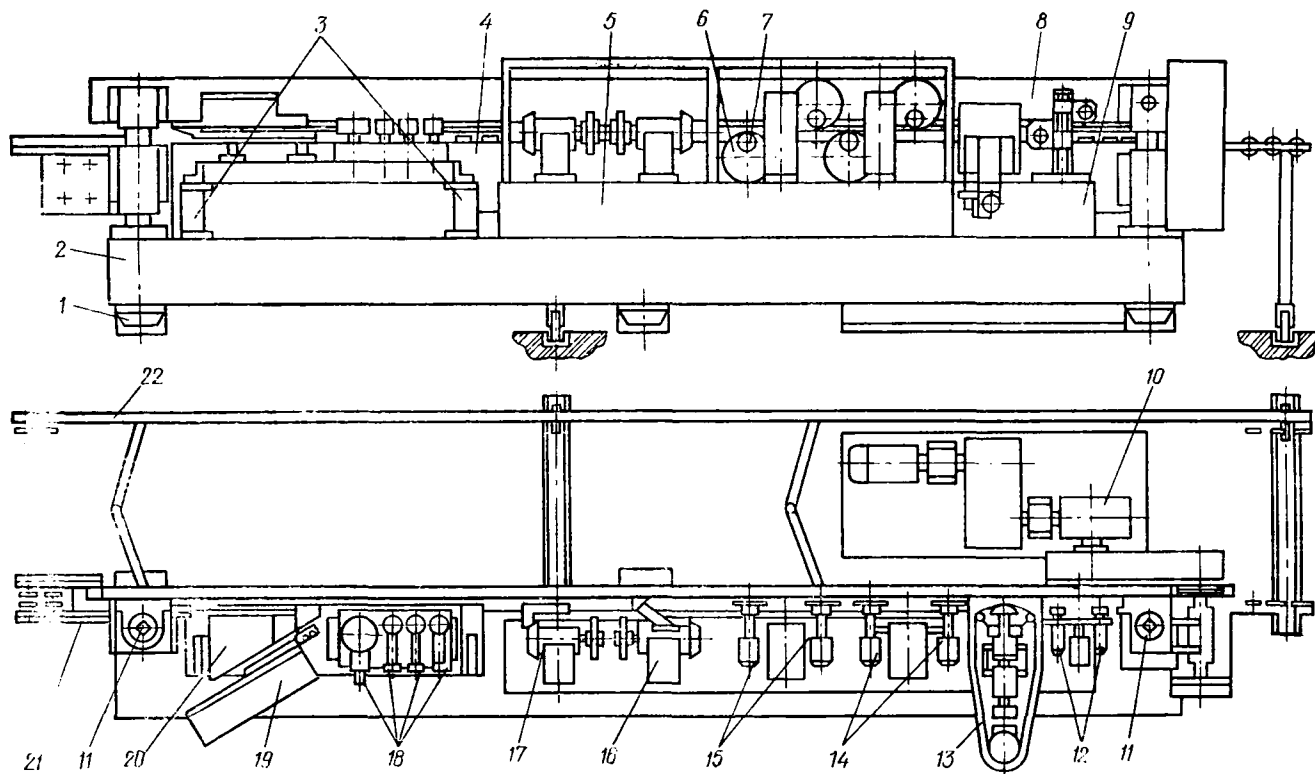


Рис. 147. Односторонний станок МОК-4 для облицовывания кромок щитов

пласти. При снятии свесов электрошпиндели устанавливают под углом $5...10^\circ$ к пласти щита, а при снятии фасок — под углом 45° .

В случае облицовывания боковой кромки натуральным шпоном его поверхность обрабатывается шлифовальной головкой 13. Шлифовальная лента, приводимая в движение от индивидуального электродвигателя, прижимается к обрабатываемой поверхности утюжком. Лента осциллирует в вертикальной плоскости с амплитудой 14 мм. При облицовывании синтетическим материалом шлифовальную головку отключают. Для смягчения граней кромок установлены два электрошпинделя 12 мощностью 0,25 кВт с лепестковыми шлифовальными кругами. Первый по ходу детали электрошпиндель обрабатывает нижнюю грань, второй — верхнюю. Свободный край щита перемещается по роликам поддерживающего устройства 22. Агрегаты станка монтируются на стойках 3 и 11 и проставках 5 и 9, которые установлены на станине.

На станке можно обрабатывать щиты размерами $2000 \times 850 \times 32$ мм. Скорость подачи регулируется бесступенчато в диапазоне $12...24$ м/мин.

67. Оборудование для подготовки шпона к облицовыванию

Гильотинные ножницы. Несмотря на широкое применение в качестве облицовочного материала синтетических пленок, доля использования натурального шпона не уменьшается. Технологический процесс подготовки строганого шпона занимает важное место в производственном потоке изготовления мебели. При облицовывании широких поверхностей он состоит из разметки шпона, раскроя на делянки, при необходимости фугования кромок, набора и соединения делянок в листы нужных размеров. Пачки шпона раскраивают по намеченным линиям сначала поперек, а затем вдоль направления волокон. Для раскроя шпона применяют круглопильные и ленточнопильные станки, бумагорезательные и гильотинные ножницы.

При раскрое на круглопильных станках пачку шпона закрепляют на каретке плоским зажимом. Каретка надвигается на пилу, перемещаясь по направляющим стола. После опилования кромок шпона требуется дополнительное фугование для придания им требуемой шероховатости. Эта операция не требуется при обрезке шпона на гильотинных ножницах с прижимной балкой. Для продольного и поперечного резания пакетов строганого и лущеного шпона применяют гильотинные ножницы НГ30, НГ18-2, НГ28 (рис. 148).

Пачку шпона 11 укладывают на столе 10, зажимают прижимной балкой 3 и обрезают ножом 8. Ножницы состоят из

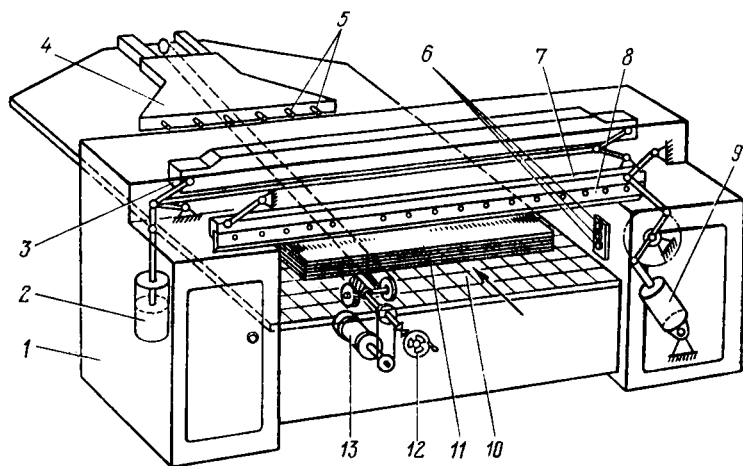


Рис. 148. Гильотинные ножницы НГ18-2

следующих основных частей: станины, рабочего стола, прижимной траверсы (балки), ножевой траверсы, каретки с упорами, гидро- и электрооборудования. Станина 1 ножниц представляет собой сборную конструкцию, выполненную в виде портала. На станине расположен рабочий стол и две направляющие стойки, а также гидробак с гидроаппаратурой и электрооборудование. Ножевая траверса 7 с плоским ножом 8 монтируется на осях стоек. Привод траверсы — гидравлический. Она совершает качательные движения в вертикальной плоскости от гидроцилиндра 9 через рычажную систему. В верхнем положении траверса удерживается фиксатором.

Прижимная траверса представляет собой сварную конструкцию, которая перемещается по направляющим боковых стоек от гидроцилиндра 2 и прижимает пакет шпона к столу в процессе резания. Каретка 4 с откидными упорами 5 служит для точной установки пачки шпона на столе по ширине. Для пропуска обрезанной пачки через ножницы или при ее развороте упоры каретки опускаются и ножницы используются в линии как проходное оборудование. Каретка перемещается механизмом 12, 13.

При работе пакет шпона ориентируют по световой полосе, совмещая с ней намеченную линию резания. Световая полоса создается лампой дневного света через щель между ножевой и прижимной траверсами. При включении станка сначала опускается прижимная траверса, а затем при достижении заданного давления прижима автоматически включается ножевая траверса, совершая двойной ход с фиксацией в верхнем положении. Предусмотрено ручное управление прижимной траверсой. Про-

изводительность ножниц зависит от размеров пакета. Световое устройство 6 обеспечивает безопасность работы.

Техническая характеристика гильотинных ножниц НГ18-2

Размеры обрабатываемого пакета, мм:

наибольшая длина	1800
ширина	75 ... 1000
наибольшая высота при резании	
вдоль волокон	90
поперек волокон	30
Длина ножа, мм	2100
Удельное давление прижима, МПа	0,2
Общая установленная мощность, кВт	8,1

Другие модели ножниц аналогичны НГ18-2, отличаются длиной ножа и массой.

Ребросклеивающие станки предназначены для склеивания на ребро полос шпона вдоль волокон. Листы шпона могут соединяться на клеевой шов с использованием гуммированной ленты или термопластичной нити. В первом случае используются станки РС-5, в которых полосы шпона перемещаются гусеничным конвейером по направляющей линейке под приемные ролики. Кромки полос автоматически смазываются 8 %-ным раствором формалина для размягчения клея. Прижимные рамки, оси которых повернуты под некоторым углом, обеспечивают поперечное сжатие (стягивание) полос. В месте склеивания шов прогревается до температуры 80...150 °С электронагревателями. Температура поддерживается автоматически.

Для соединения полос шпона встык гуммированной лентой применяют станки РС-7. Лента подается с катушки, проходит через увлажнительную ванночку и прижимается к склеиваемым полосам шпона прижимным роликом. Полосы стягиваются верхним цилиндрическим и нижним коническим роликами.

Более современным является склеивание полос шпона термопластичной нитью на станке РС-9 (рис. 149), который состоит из станины 1, клеильной головки 4, механизма подачи 3, стола 8, направляющей линейки, механизма отрыва нити 7, пускорегулирующей аппаратуры 5, 6 и привода 2.

Подача полос шпона с одновременной их стяжкой производится механизмом подачи, положение дисков которого регулируется по высоте относительно поверхности стола. Скорость подачи регулируется бесступенчато. Пускорегулирующая аппаратура размещена на пульте управления. Скорость подачи полос шпона, шаг и амплитуда наклеиваемой нити устанавливаются изменением рабочего диаметра дисков вариатора привода и вала нитеводителя.

Механизм подачи стяжки и привод нитеводителя включаются одновременно. Термопластичная нить с бобины подается через входное сопло нитеводителя и на выходе разогревается

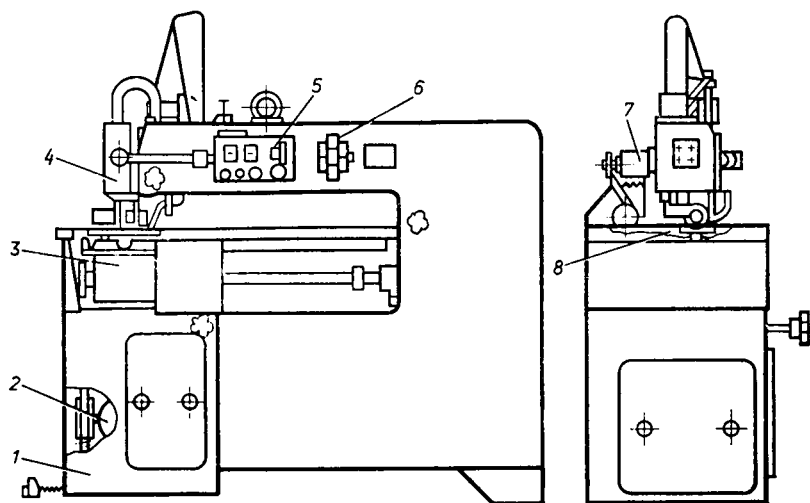


Рис. 149. Ребросклеивающий станок РС-9

до температуры порядка 500°C . Выходная трубка совершает качательное движение, нанося на полосы шпона зигзагообразный шов установленного шага и амплитуды. Нить прикатывается к поверхностям склеиваемых полос прижимным роликом. Отрыв нити по окончании склеивания происходит автоматически при включении отрывного ролика, скорость которого в 3 раза больше скорости подачи.

Техническая характеристика ребросклеивающего станка РС-9

Размеры склеиваемых полос шпона, мм:

наибольшая ширина	900
толщина	0,4 ... 4
Скорость подачи, м/мин	14 ... 40
Шаг наклеивания нити, мм	10 ... 30
Наибольшая амплитуда наклеивания, мм	14
Общая установленная мощность, кВт	1,27

Станок ПТШ-1 для проклейки торцов шпона с целью их укрепления (рис. 150) состоит из станины 1, левой подвижной 3 и правой неподвижной 5 клеевых головок, каретки 2, вакуум-податчика 4 привода и пневморазводки 6.

Станок работает следующим образом. Каретку с левой клеевой головкой устанавливают на ширину обрабатываемой рубашки. Симметрично относительно клеевых головок располагают вакуум-податчик с необходимым числом присосов. Рубашки, уложенные в стопу на загрузочном столе станка, ориентируют продольной и поперечной кромками относительно базовых

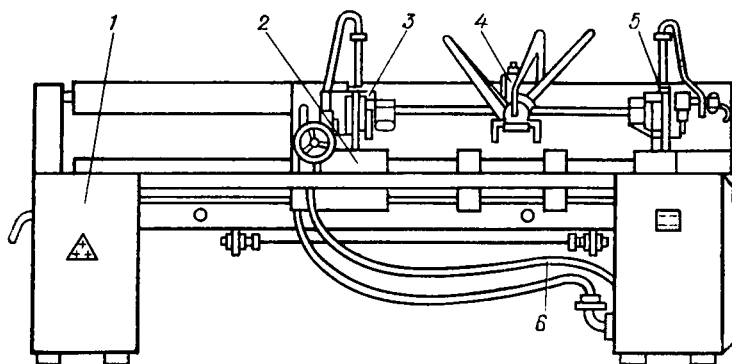


Рис. 150. Станок для проклейки торцов шпона ПТШ-1

элементов. Термопластичную нить подают через сопла нагревательных трубок. Через 7...10 мин после прогрева включают вакуум-компрессор. Верхний слой шпона захватывается присосами вакуум-податчика и направляется в зону подающих роликов. Когда передняя кромка листа пересечет лучи фотодатчиков, включаются привод подачи шпона и привод подачи воздуха в нагревательные трубки. Пневмоприсосы освобождают лист шпона, и он транспортируется подающими роликами. Разогретая нить под действием прижимных роликов приклеивается к кромкам листа. Вакуум-податчик возвращается в исходное положение для повторения цикла. При пересечении задней кромкой световых лучей фотодатчиков подача шпона и подача воздуха в нагревательные трубки автоматически отключаются. Клеевая нить прижимается к отрывным роликам и обрывается. В дальнейшем цикл повторяется.

Техническая характеристика станка для проклейки торцов шпона ПТШ-1

Размеры листов шпона, мм:

толщина	0,4	1,5
длина	380	2250
ширина	230	930
Скорость подачи (меняется бесступенчато)	10	30
Рабочая температура воздуха в нагревательной трубке, °C	370	400
Общая установленная мощность, кВт	2,57	

Контрольные вопросы

1. Какие бывают виды отделки? 2. Какое оборудование применяется для подготовки поверхности? 3. Какое оборудование применяется для нанесения лакокрасочных покрытий? 4. В чем особенность работы лаконоливной машины? 5. В чем конструктивная особенность станка ШЛ2В? 6. Где применяются гильотинные ножницы? 7. Для чего и как производится проклейка торцов шпона?

68. Классификация линий

В условиях научно-технического прогресса встает задача перехода от решения локальных задач автоматизации, разработки конструкций отдельных машин-автоматов и полуавтоматов к созданию законченных систем машин по выпуску конечной продукции с использованием новейших достижений прогрессивной технологии, автоматизированных систем управления. Это возможно при комплексной автоматизации процессов деревообработки созданием систем машин последовательного действия при выполнении технологического процесса преобразования исходного материала в готовые изделия, называемые станочными линиями. Линии деревообрабатывающих машин классифицируют по степени автоматизации выполняемых на них операций, виду связи станков и агрегатов, характеру технологического потока и степени универсальности.

По степени полноты автоматизации операций станочные линии подразделяют на поточные, полуавтоматические и автоматические. Поточная линия представляет систему машин, работающих независимо, с последующей передачей обрабатываемых деталей. В поточной линии все станки работают, как правило, в полуавтоматическом режиме, а загрузка и съём обрабатываемых деталей, контроль и уборка производятся вручную.

Автоматическая линия (АЛ) — система машин-автоматов, расположенных в технологической последовательности, объединённых механизмами и устройствами для транспортирования изделий, изменения ориентации, накопления заделов, удаления отходов, а также системой управления. АЛ нуждается лишь в периодическом контроле и техническом обслуживании.

Конструктивным признаком АЛ является наличие встроенного автоматически действующего технологического оборудования, вспомогательного оборудования для выполнения межагрегатных функций и развитой системы управления, которая координирует работу технологического и вспомогательного оборудования. Важнейшими характеристиками АЛ являются технологическое назначение, характер встроенного технологического оборудования и вид межагрегатной связи.

Полуавтоматической называется линия, которая работает в автоматическом режиме, но загрузка и съём готовой продукции требуют затрат ручного труда.

По характеру технологического потока линии деревообрабатывающих машин подразделяются на постоянно-поточные и переменнo-поточные. Постоянно-поточные линии слу-

жат для обработки одного определенного изделия, в изготовлении которого задействованы все агрегаты, входящие в линию. Переменно-поточные линии предназначены для изготовления различных, но однородных изделий, различающихся размерами или отдельными элементами, требующих переналадки при переходе на обработку другого вида изделия.

По виду связи станков линии могут быть с жесткой, гибкой и смешанной межагрегатной связью. При жесткой связи технологическое оборудование с помощью транспортных средств (конвейеры, автоматические манипуляторы) блокируются и работают в едином ритме. Отказ любого конструктивного элемента может привести к отказу и простоя всей линии. При гибкой межагрегатной связи между каждой парой машин или агрегатов имеется автоматический накопитель. Могут существовать и промежуточные варианты, когда линия разделена на участки, и число накопителей в ней меньше числа станков. Это относится к смешанной связи.

По характеру относительного перемещения обрабатываемой заготовки линии могут быть проходного, цикло-проходного, позиционного и позиционно-проходного типов.

По типу применяемого оборудования АЛ подразделяются на линии, состоящие из универсальных, агрегатных (специализированных) и специальных машин технологического назначения. АЛ из универсальных станков применяют в мелкосерийном производстве. В условиях такого производства требуется частая переналадка оборудования на изготовление различных деталей по аналогичным технологическим процессам. Универсальные машины позволяют быстро проводить переналадку линии. Если такая переналадка необходима через короткие промежутки времени, то создаются линии из универсальных станков с управлением от ЭВМ.

Линии из агрегатных или модульных технологических машин (или из специализированных) применяют преимущественно в крупносерийном или массовом производствах. Переход на выпуск новой серии деталей может потребовать демонтажа модульных машин или их перемещения, что не приводит к большим затратам времени и средств. АЛ из специальных технологических машин проектируют для массового производства и применяют в основном в тех случаях, когда изделие не может быть изготовлено на машинах, выпускаемых серийно.

69. Типовые схемы автоматических линий

По расположению машин в линии АЛ могут быть с последовательным, параллельным и последовательно-параллельным агрегатированием. В линии с последовательным агрегатирова-

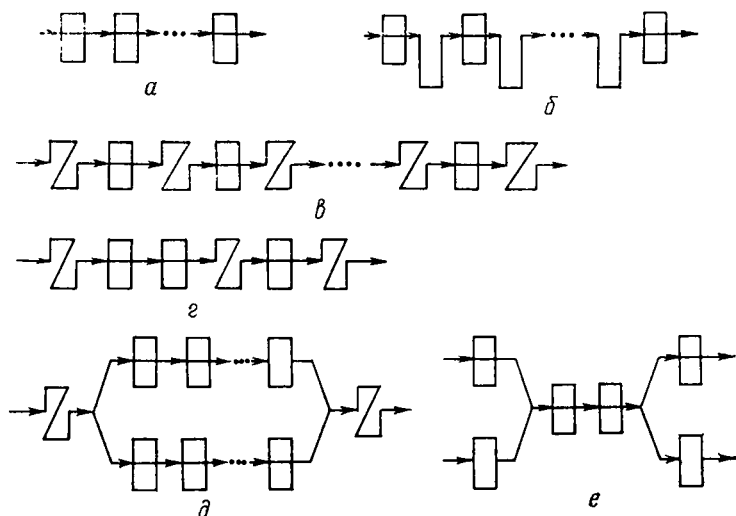


Рис. 151. Типовые схемы автоматических линий:

а, б — последовательное агрегатирование с жесткой связью; *в* — с гибкой связью; *г* — со смешанной связью; *д* — параллельное агрегатирование; *е* — смешанное агрегатирование

нием (рис. 151, *а, б*) станки и вспомогательное оборудование располагаются в линию, на каждой рабочей позиции имеется только один станок. Когда производительность станков в линии одинакова и обеспечивается синхронность потока, линия имеет жесткую связь, при этом межстаночный транспорт может быть сквозной (конвейер, толкатели) или выносной (конвейер, роботы, манипуляторы). Если поток несинхронный и производительность станков неодинакова применяется гибкая (рис. 151, *в*) или смешанная (рис. 151, *г*) связь. Линия параллельного агрегатирования (рис. 151, *д*) состоит из нескольких потоков. Такая компоновка применяется при синхронных потоках и больших программах выпуска изделий. При несинхронных потоках используется смешанное агрегатирование (рис. 151, *е*) и линия делится на несколько участков с последовательным и параллельным агрегатированием.

Вид структуры и компоновки линии определяют форму линии. Она может быть замкнутой и незамкнутой. Замкнутые линии могут быть круговой и прямоугольной формы, с загрузкой и съемом деталей в одной зоне. Такие линии имеют малую протяженность, но неэффективно используется производственная площадь внутри линии с затрудненным доступом при техническом обслуживании.

Линии с незамкнутой формой, прямолинейным, Г- и П-образным расположением оборудования обычно имеют в своем

составе кантователи, переворачивающие обрабатываемый материал, и переукладчики, изменяющие направление перемещения детали. Техническое обслуживание таких линий удобнее, зоны загрузки и съемки изделий разделены, но более протяженны, чем в линии замкнутой формы. Вид компоновки линии определяется видом производства, наличием производственных площадей и объемом производственной программы.

70. Производительность автоматических линий

Производительность АЛ как сложной системы оценивается, как правило, по последней операции, так как на всех предшествующих операциях конечная продукция не производится.

Чтобы получить численное значение производительности, необходимо разделить количество выпущенной годной продукции Z на длительность ее выпуска Φ : $Q = Z/\Phi$.

Продукция, выпускаемая на АЛ, обычно измеряется в штуках, единицах площади, длины. Длительность выпуска измеряется в минутах, часах, рабочих сменах и т. д.

При расчетах производительности необходимо относить выпущенную продукцию ко всему плановому фонду времени, когда оборудование должно функционировать. Основные компоненты затрат времени при работе оборудования указаны в главе 8.

При работе АЛ различают цикловую (теоретическую) и фактическую производительности. В расчетах производительности вводится понятие ритм работы линии R — это промежуток времени, по истечении которого с линии сходит деталь (группа деталей). Если линия за время R , мин, выдает p деталей, то цикловая производительность $Q_{\text{ц}} = p/R$ или при $p = 1$ $Q_{\text{ц}} = 1/R$.

Ритм зависит от фактического фонда времени $\Phi_{\text{ф}}$, в течение которого линия работает и выпускает продукцию: $R = \Phi_{\text{ф}}/z$. Фактический фонд времени зависит от суммарной величины простоев $\Phi_{\text{п}}$ по всем причинам и от номинального (календарного) фонда $\Phi_{\text{ном}}$: $\Phi_{\text{ф}} = \Phi_{\text{ном}} - \Phi_{\text{п}}$.

При односменной работе годовой номинальный фонд времени $\Phi_{\text{год}} = 2070$ ч, при двусменной $\Phi_{\text{год}} = 4140$ ч, при трехсменной $\Phi_{\text{год}} = 6210$ ч. Сменный фонд времени $\Phi_{\text{см}}$ равен обычно 8 ч.

Фактическую производительность АЛ $Q_{\text{ф}}$, шт/ч, определяют с учетом коэффициента использования $K_{\text{и}}$: $Q_{\text{ф}} = (60p/R) K_{\text{и}}$. Исходя из календарного фонда времени и допустимого процента брака выпускаемых изделий ритм постоянно-поточной линии определяют по формуле

$$R = (\Phi_{\text{ном}} K_{\text{и}} / \Pi) (1 - K/100),$$

где Π — заданная программа (сменная, годовая); $\Phi_{\text{ном}}$ — номинальный фонд времени (сменный, годовой); K — допустимый процент брака; $K_{\text{и}}$ — коэффициент использования.

В определенных условиях возникает необходимость определить требуемую фактическую производительность. Это минимально допустимое значение, исходя из заданной программы выпуска изделий и конкретных условий производства. Требуемую сменную производительность АЛ по конечной годной продукции определяют по формуле

$$Q_{\text{тр}} = P_{\text{год}} \Phi_{\text{см}} / (\Phi_{\text{год}} K_{\text{э}} m),$$

где $P_{\text{год}}$ — заданная годовая программа выпуска изделий, шт/год; $\Phi_{\text{см}}$ — сменный фонд времени; $\Phi_{\text{год}}$ — годовой номинальный фонд времени; m — число параллельных потоков или АЛ; $K_{\text{э}}$ — эксплуатационный коэффициент, численно равный доле длительности эксплуатации оборудования, а не ремонта.

Коэффициент $K_{\text{э}}$ зависит от принятой системы ППР. В первом приближении его можно принимать равным 0,85. Это значит, что 85 % годового фонда времени линия будет эксплуатироваться (с чередованием интервалов и простоев), а остальные 15 % этого времени будет выведена в планово-предупредительный ремонт и межремонтное обслуживание.

71. Линии для обработки брусковых деталей

Линия МОБ-2 (рис. 152) предназначена для комплексной обработки брусковых деталей при продольном фрезеровании с четырех сторон, опиливании торцов и обработки проушин и шипов на торцах. Применяется на предприятиях мебельного, столярно-строительного и других деревообрабатывающих производствах.

Линия состоит: из питателя, состоящего из напольного конвейера 1, наклонного элеватора 2 с конвейером-ускорителем, продольного цепного конвейера 3; участка 4 четырехстороннего фрезерования; участка торцовки и обработки шипов, состоящего из накопителя 5, торцующих пильных суппортов 6, шипорезных суппортов 9; укладчика, состоящего из подъемного стола 8 и напольного роликового конвейера 7.

Пакет брусковых заготовок устанавливается на напольный конвейер 1 питателя, который перемещает его к бункеру. Часть пакета по склизу сползает в бункер, нажимает на конечный выключатель, отключающий напольный конвейер. Из бункера заготовки поштучно упорами наклонного элеватора 2 выносятся на уровень линии и передаются на ременный конвейер-ускоритель, который формирует ковер заготовок, прижимая передний брусочек к направляющей линейке продольного цепного конвейера 3. Упоры конвейера забирают по одной заготовке и подают их на обработку в продольно-фрезерующий агрегат 4 для формирования заданного сечения и профиля. Агрегат работает по схеме четырехстороннего продольно-фрезерного станка с расчлещенной схемой механизма подачи вальцового типа.

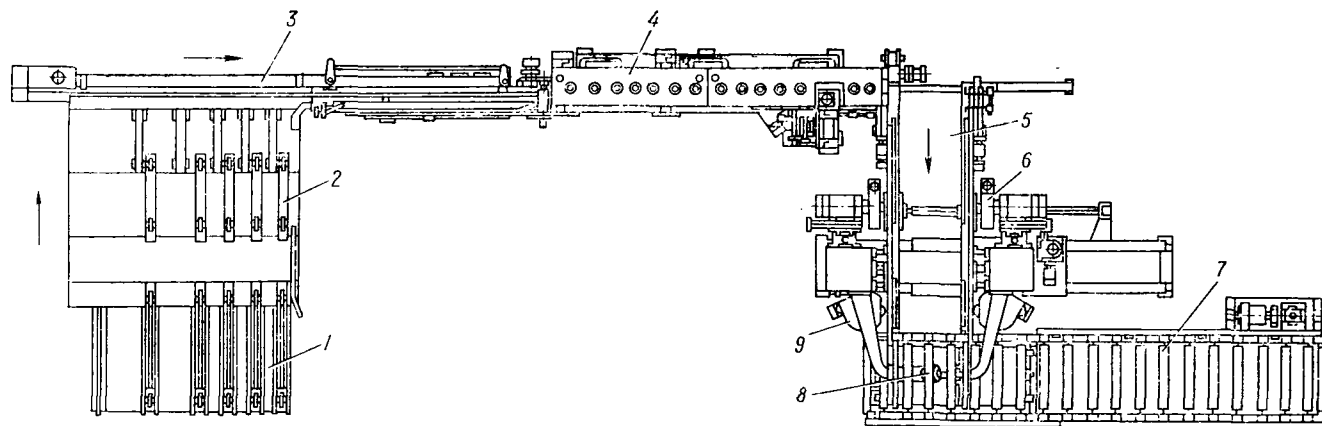


Рис. 152. Линия МОБ-2 обработки брусовых деталей

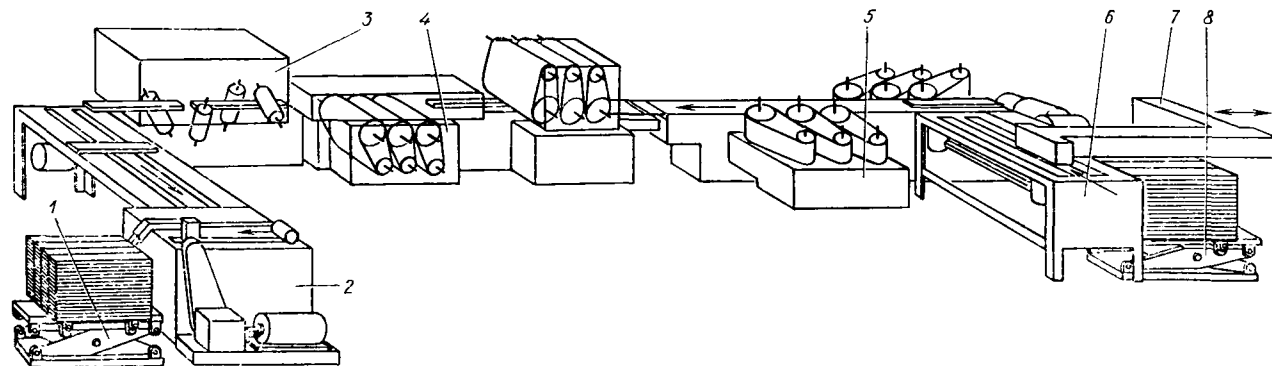


Рис. 153. Линия СТ403А шлифования брусовых деталей

Рифленые вальцы приводятся от гидродвигателя через редуктор, конические и цепные передачи. Блок подающих вальцов имеет механизм настройки по высоте. Обработанные с четырех сторон заготовки из агрегата поступают в накопитель 5 участка торцовки, где с помощью штангового устройства формируется ковер. По мере набора заготовок ковер нажимает на конечный выключатель и включается штанговый механизм подачи, перемещающий заготовки через зоны торцовки 6 и нарезания шипов или проушин 9. Механизм подающих штанг состоит из гидроцилиндра со штоком-рейкой и ускоряющей зубчатой передачи.

Затем ковер деталей выдвигается консольными штангами на платформу подъемного стола 8 укладчика, которая после набора ряда опускается на толщину заготовки. По окончании набора штабеля срабатывает конечный выключатель, дающий команду на включение напольного конвейера 7, который перемещает штабель в зону выгрузки для выполнения последующих операций.

Рабочие органы агрегатов перемещаются системой программного управления на базе цифровой индикации с преднабором координат. Система позволяет задавать до 5 типоразмеров для каждого рабочего органа. Линия оснащена системой дистанционной настройки с контролем по индикаторному табло.

На линии обрабатываются заготовки длиной 500...2200 мм, шириной 30...120 мм, толщиной 20...60 мм. Скорость подачи регулируется бесступенчато на участке продольного фрезерования в интервале 6...32 м/мин, на шипорезном участке — в интервале 7...16 м/мин.

Автоматическая линия СТ403А (рис. 153) шлифования брусковых деталей предназначена для четырехстороннего шлифования брусков.

Контейнер на самоустанавливающихся колесах с уложенным на нем штабелем брусковых деталей между боковыми стенками закатывается на платформу рычажного стола 8 питателя. Контейнер со столом поднимается до уровня загрузки, и верхний ряд деталей сдвигается сталкивателем 7 на загрузочный стол 6, с которого подающим устройством поштучно они выдаются в кромкошлифовальный станок 5. Станок имеет шесть шлифовальных головок: по три с каждой стороны для обработки кромок бруска. Затем брусок поступает в станок 4, где последовательно обрабатываются верхняя и нижняя пласти, каждая тремя головками. Шлифовальные валики станка 3 смягчают острые продольные кромки бруска.

Обработанные детали конвейером подаются на разгрузочный стол 2, где формируется ковер, который затем сдвигается в контейнер, установленный на платформе подъемного стола 1 укладчика. После каждого такта сдвигания ковра стол опу-

скается на шаг, равный толщине бруска. Полностью сформированный в контейнере штабель отводится со стола, а на его место закатывается другой, пустой контейнер для набора новых деталей.

На линии обеспечены условия безопасной работы и предупреждения брака. Все шлифовальные головки со стороны рабочих зон закрыты ограждением с приемниками эксгаустерной системы. При открытом ограждении рабочая шлифовальная головка отключается благодаря наличию блокировки. При обрыве шлифовальной ленты отключаются механизм подачи заготовок и механизм привода шлифовальной головки. Сигнализация о неисправностях выведена на пульт управления оператора.

На линии обрабатывают детали длиной 300...760 мм, шириной 30...60 и толщиной 16...40 мм.

72. Автоматические линии для форматной распиловки

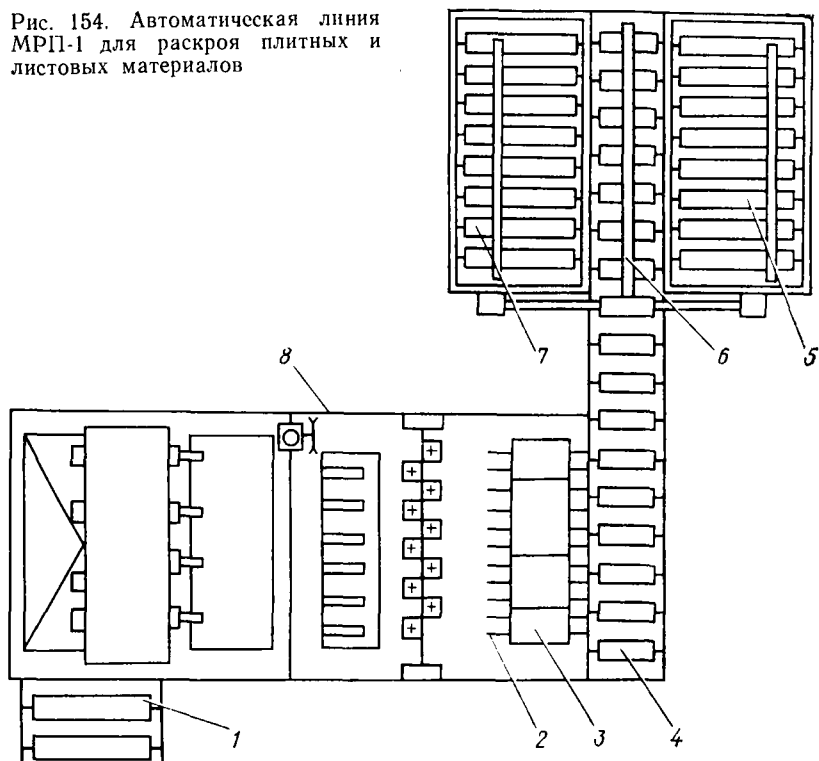
Использование автоматических линий позволяет исключить ручные трудоемкие операции в станках с программным управлением и при высоком уровне автоматизации добиться высокой производительности и высокого полезного выхода.

Автоматическая линия МРП-1 (рис. 154) предназначена для продольного и поперечного раскроя листовых и плитных материалов на черновые мебельные заготовки. Линия создана на базе рассмотренного станка ЦТМФ с применением укладчика щитовых деталей УЩ-130.

Стопа плит высотой до 800 мм с напольного конвейера 1 перемещается на подъемную платформу гидравлического подъемного стола станка ЦТМФ 8. При перемещении каретки толкатели смещают пакет плит на роликовый стол, на котором он выравнивается упорами в продольном и поперечном направлениях, фиксируется передними зажимами каретки и подается на позицию продольного распиливания. Последовательность работы станка изложена при его описании.

После продольного и поперечного распиливания подвижный стол второго участка в крайнем положении опускается и оставляет полученные заготовки 3 на штангах 2 заднего стола. При возвращении с партией очередных заготовок подвижный стол сдвигает первую партию на роликовый приемный конвейер 4, который перемещает ее к столам-накопителям 5 и 7. Стрела сталкивателя 6 сдвигает раскроенный материал на левый или правый стол до выравнивающей линейки, который затем опускается на толщину уложенного материала. Наличие двух столов позволяет формировать стопы плит в зависимости от их размеров, используя программное устройство укладчика. По мере заполнения стопы уложенный материал поступает на внутрицеховые конвейеры. Пакеты при формировании набира-

Рис. 154. Автоматическая линия МРП-1 для раскроя плитных и листовых материалов



ются высотой до 1000 мм. Распределение выработанных заготовок по столам разгрузочного устройства производится автоматически согласно заложенной программе.

Линия может работать как в автоматическом, так и в полуавтоматическом режиме. Во втором случае сьем плит с конвейера производится вручную с последующей укладкой их на траверсные тележки или другие виды внутрицехового транспорта. Отходы, получаемые при продольной и поперечной обрезке, сталкиваются на склизы, а затем они поступают на конвейер уборки отходов.

Производительность линии зависит от схемы раскроя и числа плит в распиливаемом пакете. При допустимой загрузке плит размерами 3750×1850 мм и высоте пакета 60 мм производительность достигает 17 м³/ч плит.

73. Линии для калибрования, шлифования и полирования щитовых деталей мебели

Перед облицовыванием щитов мебели, изготовленных из древесностружечных плит и фанеры, их калибруют и шлифуют на автоматической линии МКШ-1. Для шлифования щитовых деталей, облицованных натуральным шпоном или полиэфирными лаками, используются линии МШП-3 и МШП-4.

Линия МКШ-1 (рис. 155) предназначена для калибрования и шлифования заготовок мебельных щитов. Она состоит из двух загрузочных подъемных столов 1, питателя 2, двух распределительных конвейеров 3 и 8, двух калибровально-шлифовальных станков 5, промежуточного конвейера 6, устройства для удаления пыли 7, укладчика 10, двух разгрузочных столов 9.

Работа линии начинается с загрузки штабеля на загрузочный стол 1 до упора 4. Подъемный стол со штабелем поднимается до уровня питателя 2 и упорами верхний щит сталкивается на распределительный конвейер, который подает его в первый калибровально-шлифовальный станок 5, где он калибруется с двух сторон. Затем промежуточным конвейером 6 заготовка подается во второй калибровально-шлифовальный станок для двустороннего шлифования. На выходе из этого станка верхняя и нижняя пласти щита очищаются от шлифовальной пыли устройством 7. Щит распределительным конвейером 8 транспортируется до упора, где упорами укладчика 10 заготовки сталкиваются с конвейера на платформу разгрузочного стола 9 до упора в поперечную линейку. Включается пневматический выравниватель штабеля, и платформа стола опускается на толщину заготовки. Упоры укладчика возвращаются в исходное положение. Набранный штабель в нижнем положении платформы стола перемещается на внутрицеховое транспортное устройство. В это время работа линии продолжается с другим разгрузочным столом. Загрузочный стол после выдачи последней заготовки опускается для принятия нового штабеля.

Линия применяется в мебельном производстве. На ней обрабатывают щиты длиной 500...2000 мм, шириной 250...

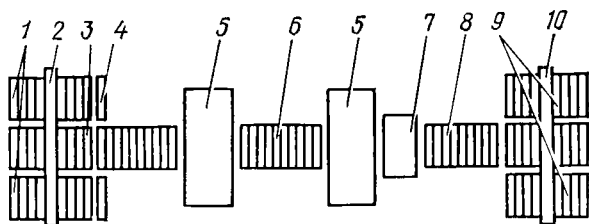


Рис. 155. Автоматическая линия МКШ-1 для калибрования щитовых деталей

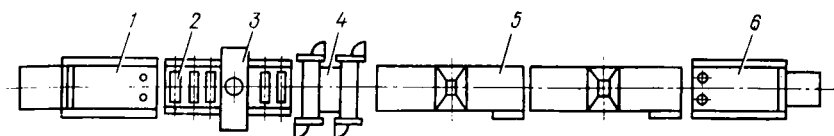


Рис. 156. Линия МКП-2 крашения пластей

750 мм, толщиной 5...50 мм. Скорость загрузочного конвейера изменяется бесступенчато в интервале 16...48 м/мин.

Линия МКП-2 (рис. 156) предназначена для крашения пластей щитовых мебельных заготовок из древесностружечных плит, облицованных натуральным древесным шпоном. В состав линии входят загрузчик, роликовый конвейер, станок для удаления пыли, станок для крашения, камера ИК-сушки, накопитель. В технологическом процессе предусмотрено применение консистентного красителя поренбейца. Так как этот краситель не вызывает поднятия ворса, в линии исключено виброшлифование поверхностей. Это является главным ее отличием от линии МКП-1, при работе на которой предусмотрено применение водных растворов анилиновых красителей. Так как поренбейц высыхает в 3—4 раза быстрее, чем водные растворы, длина сушильных камер меньше и линия в 3 раза короче, чем линия МКП-1.

Загрузчик 1 укладывает щиты по одному на роликовый конвейер 2, который перемещает его для очистки в щеточный станок 3. Деталь с очищенными от пыли поверхностями поступает в грунтонаносящий вальцовый станок 4, где поренбейц наносится на верхнюю пластъ и две продольные кромки. Затем детали поступают в камеру 5 ИК-сушки для высушивания. Из сушильной камеры щиты поступают в накопитель 6, где укладываются в стопу с последующим транспортированием к местам дальнейшей обработки.

На линии обрабатываются щитовые детали длиной 400...2000 мм, шириной 200...800 мм, толщиной 10...40 мм. Скорость подачи регулируется в диапазоне 5...15 м/мин.

Линия МШП-3 (рис. 157) предназначена для чистового сухого шлифования пластей мебельных щитов, облицованных строганым или лущеным шпоном, а также покрытых полиэфирными лаками. На линии обрабатывают детали длиной 400...2000 мм, шириной 400...900 мм, толщиной 10...40 мм.

Обрабатываемый щит в зоне загрузки попадает на многоленточный конвейер шлифовального станка 4 ШЛПС-10. Станок настраивается на толщину обрабатываемого материала. Шлифовальные ленты прижимаются к обрабатываемой поверхности удлиненными утюжками-балками через протекторные ленты. На

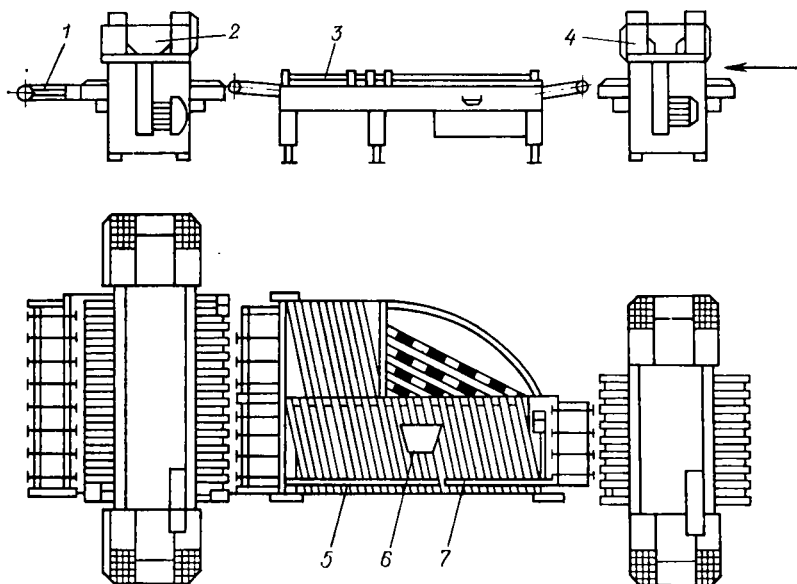


Рис. 157. Линия МШП-3 шлифования мебельных щитов

станке облицовка верхней пласти шлифуется поперек волокон. При выходе из станка щит попадает на конвейер 3 и поворотным устройством 6 разворачивается на 90° , базируясь по направляющей линейке 5 вдоль продольной оси, и подается для шлифования вдоль волокон в шлифовальный ленточный станок 2 ШЛПС-9. После обработки на этом станке щит попадает на приемный конвейер 1, с которого его снимает рабочий. Линия работает в полуавтоматическом режиме с производительностью 400 щитов/ч при скорости подачи 12 м/мин.

Линия МШП-4 (рис. 158) предназначена для шлифования пластей мебельных щитов, покрытых полиэфирными лаками, а также облицованных строганым или лущеным шпоном. В отличие от линии МШП-3 на этой линии операции, включая загрузку и укладку обработанных щитов в стопу, выполняются в автоматическом режиме. Линия состоит из питателя, двух роликовых конвейеров, трехленточного шлифовального станка ШЛПС-12, устройства для удаления пыли после шлифования и укладчика.

Стопа щитов внутрицеховым транспортом доставляется на конвейер одного из подъемных столов 7 питателя 8. Верхний щит стопы снимается вакуум-присосами, которые установлены на каретке 6, перемещающейся по траверсе и укладывается на загрузочный роликовый конвейер 5. Благодаря наклонному

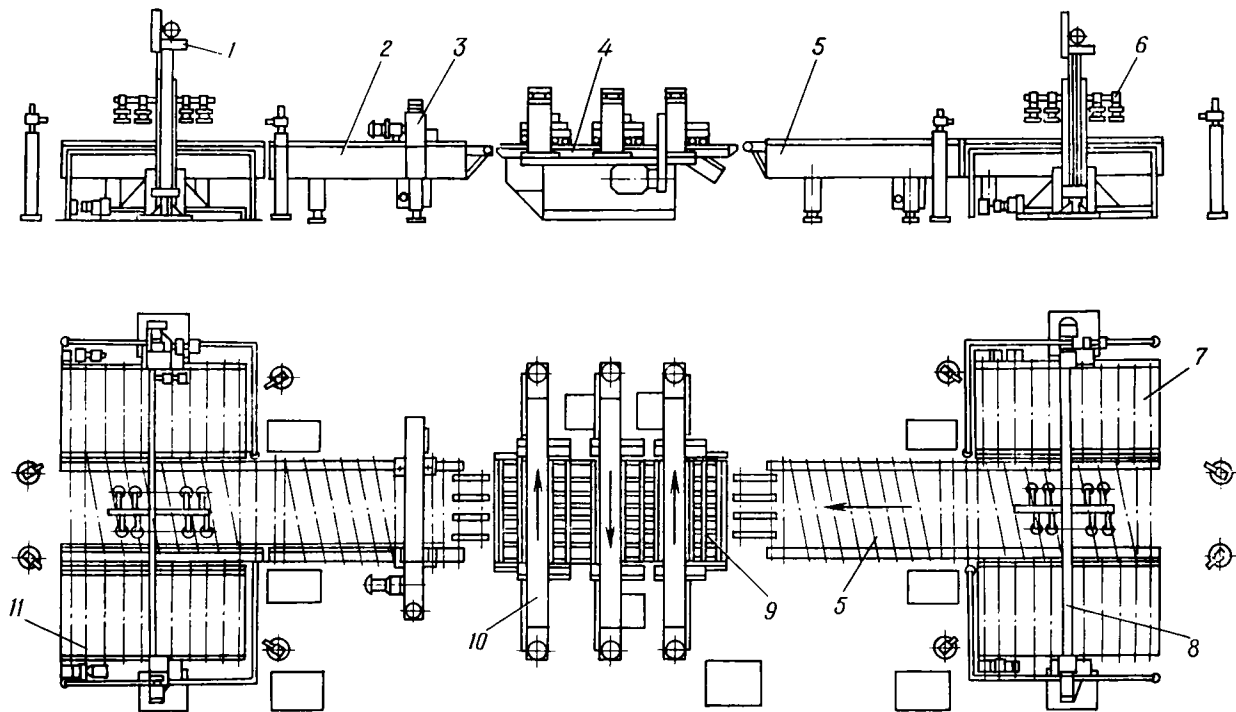


Рис. 158. Линия МШП-4 шлифования пластей мебельных щитов

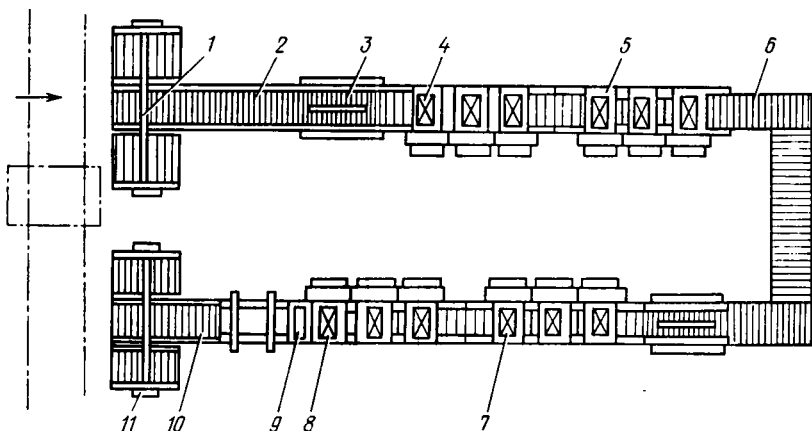


Рис. 159. Линия МПП-2 полирования пластей мебельных щитов

расположению роликов и наличию направляющей линейки обеспечивается правильное вхождение щита в шлифовальный станок 4 ШЛПС-12. Станок оснащен многоленточным конвейером 9 и трехленточным шлифовальным агрегатом 10, который настраивается по высоте на толщину детали 10...80 мм. Во время обработки щит прижимается к лентам конвейера роликами, а также за счет разрежения под щитом, создаваемого вакуумным устройством. Первая и вторая шлифовальные ленты движутся навстречу друг другу. Направление движения третьей ленты совпадает с направлением движения первой. После выхода щита из шлифовального станка его верхняя поверхность очищается от шлифовальной пыли на роликовом конвейере 2 щеточной лентой специального устройства 3 с системой отсоса. По конвейеру 2 щиты поступают в зону укладчика 1, состоящего из двух подъемных столов 11 и вакуумного устройства распределения, аналогичного по конструкции питателю. После набора полной стопы оператор передает ее на внутрицеховой транспорт.

Линия МПП-2 (рис. 159) предназначена для полирования и глянцеваания мебельных щитов, покрытых полиэфирным лаком. Она построена на базе четырех шестибарабанных полировальных станков П6БА.

Линия состоит из питателя, системы конвейеров, четырех шестибарабанных полировальных станков, глянцеваального устройства, распределительных устройств и укладчика. Она работает следующим образом. Стопа щитов внутрицеховым конвейером доставляется на один из подъемных столов питателя. Верхний щит стопы снимается вакуумом-присосами, которые уста-

новлены на каретке, перемещающейся по траверсе 1, и укладывается на загрузочный конвейер 2, подающий щит на распределитель 3. Затем осуществляется обработка поверхности пласти на двух полировальных станках 4 и 5 с последующим изменением направления перемещения на перекладчике 6 и повторной обработкой на двух полировальных станках 7 и 8.

После полирования пласти щитов подвергают глянецванию на гляцевальном устройстве 9. Обработанный щит разгрузочным конвейером 10 подается в зону укладчика 11, состоящего из 2 подъемных столов и вакуумного устройства распределения щитов, аналогичного по конструкции питателю. После набора полной стопы на разгрузочном столе оператор передает ее на внутрицеховой конвейер или транспортное устройство другого вида.

Техническая характеристика линии отделки мебельных щитов МПП-2

Размеры обрабатываемых щитов, мм:

длина	400	2000
ширина	220	800
толщина	10	50
Скорость подачи (изменяется бесступенчато), м/мин	2	9
Часовая производительность, м ²		125

74. Оборудование для облицовывания пластей

При изготовлении щитовых деталей мебели их пласти облицовывают натуральным и синтетическим шпоном. Облицовывание натуральным шпоном производится в одно- или многопролетных прессах с рабочим усилием до 100 000 кН. Для облицовывания пластей мебельных щитов синтетическим шпоном используют также вальцовые прессы.

Для производства мебельных щитов отечественной промышленностью выпускается специальное оборудование линии облицовывания пластей МФП-1, МФП-2, МФП-3 (комплект оборудования АКДА4938-1). Принцип работы всех линий одинаков с улучшением конструкций входящих в них агрегатов.

Комплект оборудования АКДА4938-1 (рис. 160) применяется для облицовывания пластей щитов строганым, лущеным и синтетическим шпоном. Комплект состоит из питателя 1, клеенаносящего станка 2, дискового конвейера 3, формирующего конвейера 4, прессы 5, конвейера-укладчика 6.

Питатель представляет собой раму, по вертикальным направляющим которой перемещается подъемный стол с толкателем. На раме стола смонтированы ролики для приема стопы плит с цехового конвейера. Для нанесения клея на верхнюю и нижнюю пласти щита используется клеенаносящий станок КВ18-1. Дисковый конвейер состоит из рамы с поперечными валами, на которых установлены диски. Валы приводятся во вращение

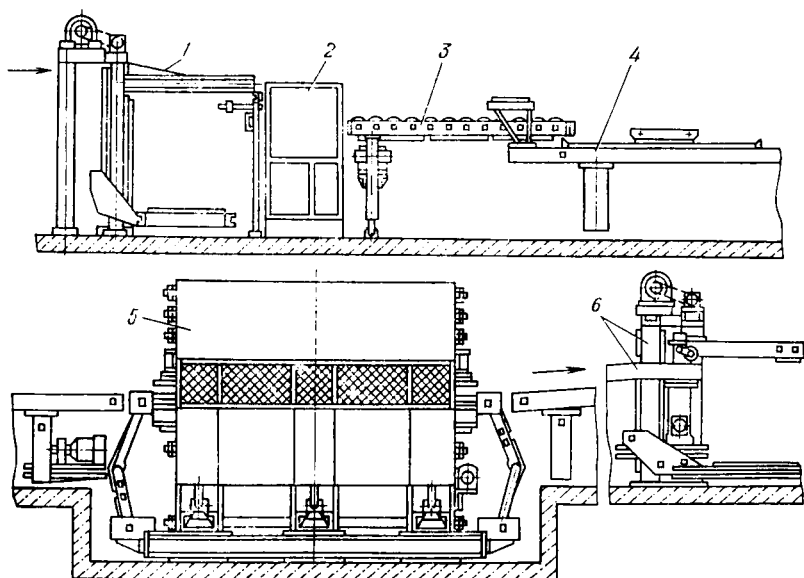


Рис. 160. Комплекс оборудования АКДА4938-1 для облицовывания плит плитных материалов

от мотора-редуктора через цепную передачу. Конвейер может перемещаться вдоль продольной оси комплекса, что облегчает доступ к клеевым вальцам при техническом обслуживании. Формирующий конвейер представляет собой стол с транспортной бесконечной лентой. Он предназначен для формирования на нем пакетов и загрузки их в пресс. Над столом размещены подвижный и неподвижный столики для шпона. Привод ленты конвейера механический с натяжным барабаном.

Пресс комплекса имеет шесть силовых цилиндров плунжерного типа. Две плиты пресса выполнены из толстолистового проката и имеют систему параллельных каналов, по которым циркулирует горячий пар для равномерного прогрева плит по всей поверхности. Температура контролируется термометром ТПГ-4, работающим от термопар, вмонтированных в паропровод.

Внутри пресса между плитами смонтирован конвейер загрузки-выгрузки, лента которого выполнена из термостойкого материала. Привод конвейера от мотора-редуктора, индивидуальный. Конвейер-укладчик принимает облицованные плиты с конвейера пресса и транспортирует их на подвижный стол для формирования стопы. Он представляет собой наклонный стол с ленточным конвейером, в конце которого имеются прижимные ролики, настраиваемые на толщину пакета щитов.

Подъемный стол имеет привод от мотора-редуктора через цепную передачу и конические шестерни.

Комплекс АКДА4938-1 работает следующим образом. Стопа плит подъемным столом питателя 1 поднимается до положения загрузки. По команде оператора толкатель перемещает заготовку в клеенаносящий станок 2, а сам возвращается в исходное положение. Стол поднимается на величину равную толщине щита. Этот цикл повторяется до снятия последней заготовки, после чего стол опускается для принятия очередной стопы щитов с цехового конвейера. В клеенаносящем станке на обе пласти щита наносится клей, после чего он попадает на дисковый конвейер 3, который является промежуточным накопителем, где облицовочный материал накладывается на верхнюю пласт. На формирующем конвейере 4 вручную набирают пакеты. После набора необходимого числа пакетов на формирующем конвейере оператор нажимом педали включает одновременно формирующий конвейер, конвейер загрузки-выгрузки пресса и конвейер-укладчик. Набранные пакеты с формирующего конвейера подаются на конвейер загрузки-выгрузки пресса. В конце загрузки упор конвейера пресса нажимает на конечный выключатель и подается команда на его отключение, смыкание рабочих плит пресса, отключение формирующего конвейера. Вместе с тем дается команда на перемещение конвейера-укладчика для укладки щитов в стопу на подъемный стол.

По окончании цикла прессования плиты размыкаются и готовая продукция конвейером загрузки-выгрузки выдается на конвейер-укладчик. При наборе на укладчике стопы высотой 1000 мм стол занимает крайнее нижнее положение и останавливается. Стопа со стола укладчика перемещается на внутрицеховой конвейер.

В последнее время в качестве облицовочного материала стали широко применять рулонный синтетический шпон, который наносится в вальцевых прессах. Синтетические пленки находят широкое применение в производстве мебели в основном вследствие дефицита строганого шпона. Они более технологичны, при их использовании значительно повышается производительность. При использовании микрошпона толщиной 0,15... 0,25 мм можно облицовывать профильные детали на проходных машинах.

Облицовывание древесных плит рулонными пленочными покрытиями (материалами) называется **кашированием**.

Для облицовывания пластей мебельных щитов рулонным синтетическим шпоном применяют линии отечественного производства МОП-1 и МОП-2.

Линия МОП-1 (рис. 161) предназначена для облицовывания предварительно раскроенных плит методом термокаширования. Она состоит: из автоматического загрузчика 1 с вакуумным

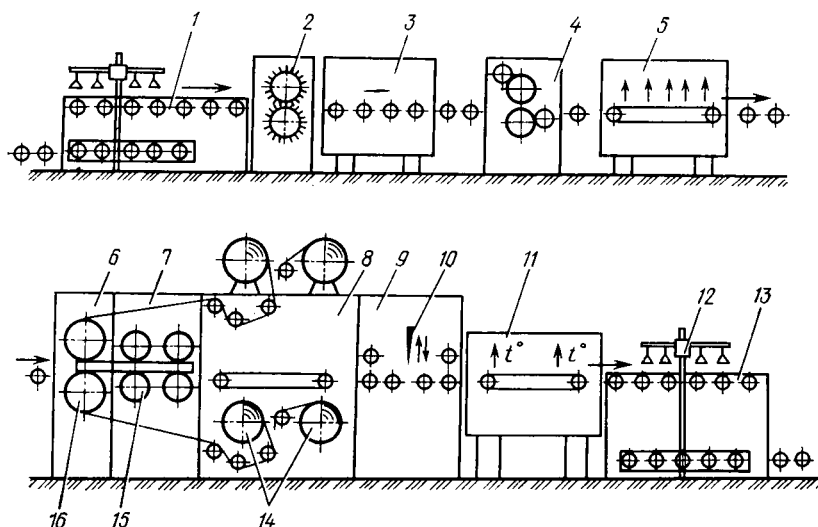


Рис. 161. Линия МОП-1 для термокаширования плит

загрузочным устройством; щеточного станка 2 для очистки пластей щита от пыли; камеры подогрева 3; клеенаносящего вальцового станка 4; камеры выдержки 5; облицовочного станка 6, в который кроме валов накатывания 16 входят вальцовый пресс 7, промежуточный конвейер 8 и устройство для разделения щитов 9, 10; камеры охлаждения 11; автоматического укладчика 12.

Плиты на автоматическом загрузчике вакуумным захватом укладываются на роликовый конвейер и досылаются в щеточный станок 2 для очистки пластей щита от пыли. Перед нанесением клея в станке 4 плита подогревается в камере 3. После нанесения клея заготовка попадает в камеру выдержки 5, где происходит испарение влаги и других летучих веществ. Затем в машине 6 на пласти плиты первыми валами 16 накатывается синтетический шпон, поступающий из основных или запасных рулонов 14. Далее деталь с нанесенными пленками шпона поступает в вальцевый пресс 7 с двумя парами прокатывающих валов 15. Валы накатывания и валы прессы нагреваются до температуры 220 °С. Давление в прессе создается пневмоцилиндрами. В вальцовом прессе происходит отверждение клеевого слоя. Из прессы лента облицованных деталей поступает на промежуточный конвейер 8, с которого подается в устройство 9 для разделения деталей. Нож 10 этого устройства разрезает пленку в местах межторцевых разрывов деталей.

Разделенные детали поступают в камеру охлаждения 11 и после выравнивания температуры направляются на конвейер

укладчика 13 для формирования стопы облицованных щитов вакуумным разгрузочным устройством 12. Производительность линии при использовании карбамидных клеев — около 480 м²/ч, что в 2...3 раза выше производительности оборудования, работающего на базе однопролетного пресса. При отключении подогрева валов накатывания и пресса на линии можно проводить облицовывание пластей нетермостойкими пленками, например поливинилхлоридными (ПВХ).

Линия МОП-2 предназначена для облицовывания пластей полноформатных плит методом горячего каширования. Она аналогична по составу оборудования линии МОП-1, но имеет некоторые особенности в порядке проведения операций технологического процесса. После очистки пластей плит от пыли они сразу поступают в клееаналогичный станок с последующей тепловой обработкой ИК-излучателями. Затем плиты поступают в облицовочный станок для накатывания облицовочного материала. Отверждение клеевого слоя происходит в вальцовом прессе с нагретыми вальцами.

Для облицовывания мебельных щитов, идущих на изготовление спецоборудования и кухонной мебели, используют декоративный бумажно-слоистый пластик толщиной 0,4...1,6 мм. Облицовывание пластей пластиком производят холодным и горячим способами с применением набора позиционного оборудования на базе одно-, двух и многоэтажных гидравлических прессов.

Высокопроизводительные многопролетные прессы (рис. 162, а) с обогреваемыми плитами применяются при использовании клеевых материалов на органической основе с временем схватывания 20...30 мин. Вследствие большого числа пролетов (10...20) требуется значительная длина хода штока гидроцилиндра, что вызывает необходимость глубокого заложения фундамента с приямком. Загрузка пресса 2 пакетами 1 производится последовательно с верхнего этажа при нижнем положении этажерки околупрессовым загрузочным конвейером. Смыкание плит пресса происходит одновременно, что обеспечивает одинаковую длительность прессования и постоянное давление во всех пролетах. После прессования на таких прессах требуется продолжительное охлаждение пакетов.

При внедрении синтетических клеев горячего отверждения и сокращении длительности выдержки в прессе до 40...60 с выгоднее применять однопролетные прессы. Они не требуют глубокого заложения фундамента, продолжительного охлаждения и специальных поддонов. Конструкция их проще и надежнее. Сборная станина 6 однопролетного пресса (рис. 162, в) состоит из секций, которые устанавливаются на две опорные балки 1. Верхняя 4 и нижняя 3 плиты выполнены из толстолистовой стали, в них просверлены параллельные горизонтальные каналы

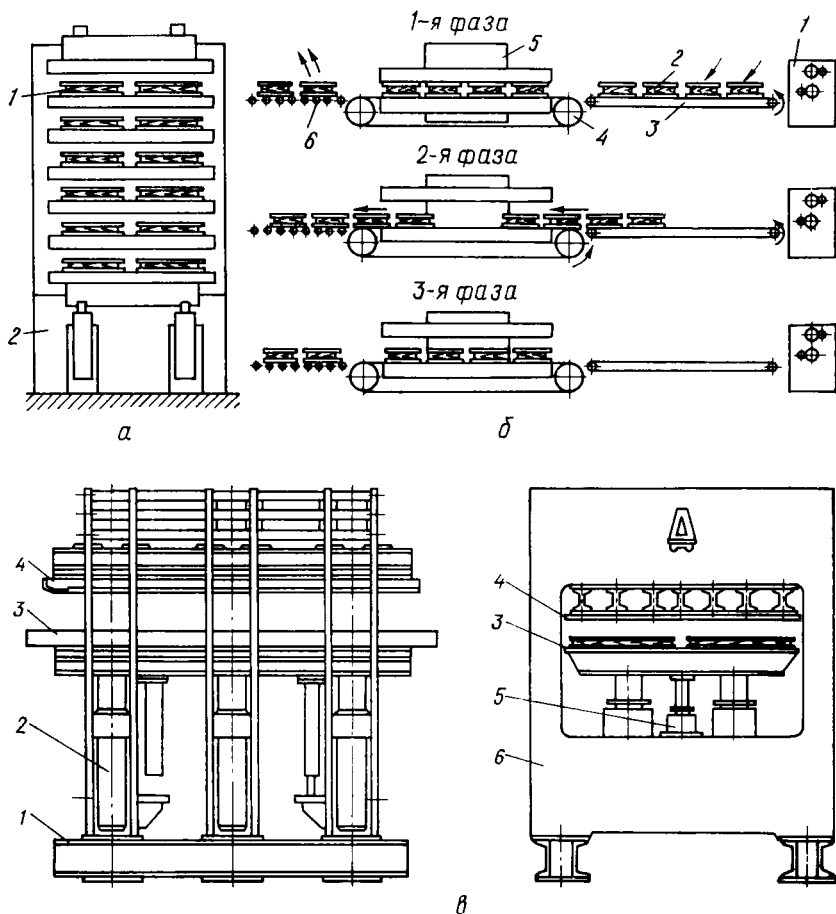


Рис. 162. Гидравлические прессы периодического действия:
а — функциональная схема многопролетного прессы; *б* — функциональная схема однопролетного прессы; *в* — конструкция однопролетного прессы

для пропуска пара в целях равномерного нагрева плит. Верхняя плита неподвижна и закреплена на траверсе станины, а нижняя при ускоренном ходе поднимается двумя поршневыми гидроцилиндрами 5, затем при смыкании и прессовании — шестью плунжерными гидроцилиндрами 2. Работа гидросистемы обеспечивается аксиально-поршневым и сдвоенным лопастным насосами, создающими давление 32 МПа и 5 МПа. Предохранительный клапан системы управления настраивается на давление 2 МПа.

На рис. 162, *б* приведена схема линии на базе однопролетного прессы. В первой фазе работы линии щиты из штабеля по-

даются на четырехвальцовый клеенамазывающий станок 1, затем на загрузочный конвейер 3, где формируется пакет 2. В это время в прессе 5 прессуется предыдущая партия пакетов. Во второй фазе пресс размыкается и пакеты из пресса удаляются разгрузочным конвейером 6, а сформированные пакеты подаются в пресс конвейером 4. В третьей фазе пресс смыкается, начинается прессование, а на загрузочном конвейере 3 формирование новых пакетов.

Техническая характеристика линии на базе однопролетного пресса

Размеры облицовываемых щитов, мм:

длина	1600
ширина	500
Размеры плит пресса, мм	1800×3300
Часовая производительность щитов	140

75. Линии для обработки и облицовывания кромок щитов

Облицовывание кромок щитов проводится после облицовывания пластей. Оно включает обрезку щита по формату, нанесение клея на кромку, подачу облицовочного материала и накатку его с подпрессовкой, снятие поперечных и продольных свесов, снятие фасок, шлифование кромок, облицованных натуральным шпоном. Имеются станки для одно- и двусторонней обработки. При использовании двусторонних станков, объединенных в линию с поворотным устройством, за один проход можно облицовывать продольные и поперечные кромки щита. Одностороннее облицовывание кромок проводят на станках МОК-2 и МОК-3. При раздельной обработке щитов обрезку по периметру проводят на линии МФО-1.

Линия МФО-1 (рис. 163) обеспечивает форматную обрезку в чистовой размер и выборку четверти по одной длинной стороне. В ее состав входят выравнивающий роликовый конвейер 1, станок 2 для обрезки кромок по ширине щита, поворотное устройство 3, станок 4 для обрезки кромок по длине. В станках для обрезки кромок по длине и ширине щита применяются унифицированные агрегаты и узлы.

Станки имеют по два комбинированных суппорта, установленных на подвижных и неподвижных станинах. Подвижные станины перемещаются по направляющим 5. Конструкция станков обеспечивает получение требуемой перпендикулярности кромки щита к его пласти. На станинах смонтированы конвейеры, перемещаемые при настройке вместе с подвижными станинами. На станине 2 первого станка с правой стороны смонтирован фрезерный суппорт для выборки четверти на продольной кромке.

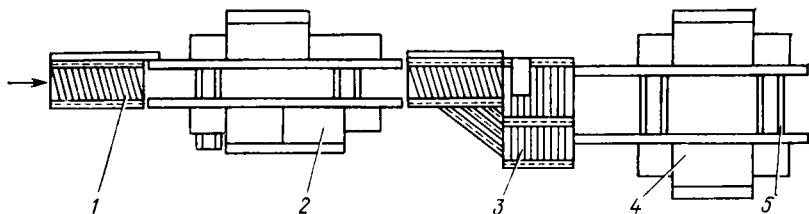


Рис. 163. Линия МФО-1 обрезки мебельных щитов

После обработки на первом обрезном станке щит поступает на заходный конвейер поворотного устройства, где он базируется на направляющей линейке и перемещается в зону конических роликов поворотного устройства, поворачивающих щит в горизонтальной плоскости на 90° . По мере перемещения к второму станку щит выравнивается подвижным упором для правильного входа в станок на обрезку по длине. На станках для получения качественного пропила (предотвращаются сколы) установлены подрезные пилы, которые вращаются в направлении подачи и делают надрез нижней пласти щита на глубину 2 мм. На станках применяется комбинированный обрезной инструмент, состоящий из пильного и фрезерного дисков для дробления срезов. Диски обрезной и подрезающей пил устанавливаются строго в одной плоскости. Обработанная по формату деталь после второго обрезного станка снимается рабочим с поддерживающих роликов.

Техническая характеристика линии МФО-1

Размеры обрабатываемых щитов, мм:

длина	350 . . . 2000
ширина	270 . . . 900
толщина	8 . . . 40
Скорость подачи, м/мин	12 . . . 36

Отклонения показателей качества, мм/1000 мм длины, не более:

от прямолинейности	0,3
от параллельности	0,5
от перпендикулярности кромок к пластям	0,2

Линия МФК-2 (рис. 164) предназначена для обрезки в чистовой размер деталей мебели с предварительно облицованными пластинами, выборки четверти, облицовывания кромок натуральным полосовым и синтетическим рулонным материалом с применением клея-расплава, удаления свесов облицовок по ширине и толщине деталей, смягчения граней.

Линия состоит из питателя ПЩВ-100В 1, станка для обработки и облицовывания кромок щитов по ширине МФК2.01 2, поворотного устройства 3, станка для обработки кромок щитов

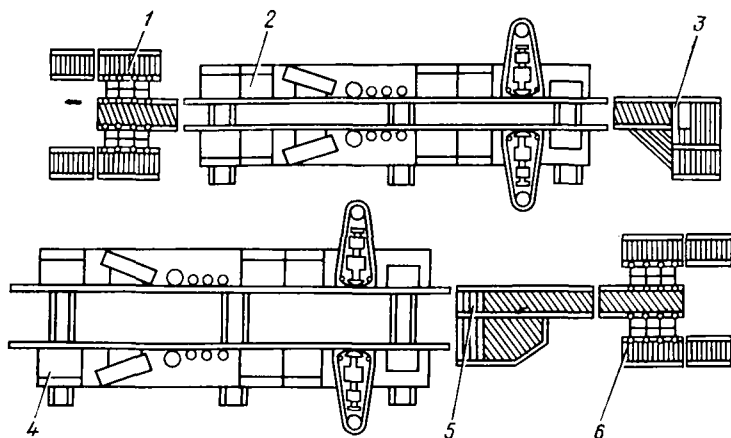


Рис. 164. Линия МФК-2 для обработки и облицовывания кромок

тов по длине МФК2.02 4, поворотного устройства 5 и укладчика 6.

Станки МФК2.01 и МФК2.02 имеют подвижную и неподвижную станины, на которых смонтированы конвейеры, прижимные устройства, обрезные суппорты и агрегаты облицовывания с обработкой кромок деталей. Обрезка щита по ширине и длине производится пильным агрегатом с подрезными суппортами. На агрегатах облицовывания производится нанесение клея, наложение ленты шпона, роликовая обкатка приклеиваемой ленты, снятие переднего и заднего свесов, снятие фасок, шлифование кромок и смягчение граней. На станке МФК.2-01 имеется дополнительная фрезерная головка для выборки четверти.

Линия работает следующим образом. Стопа плит с напольного конвейера перемещается на конвейер подъемного стола и поднимается на уровень загрузки, где вакуумным переключником верхняя плита переносится на загрузочный конвейер питателя, который ее базирует и подает в станок 2 для обработки и облицовывания продольных кромок. Вся обработка идет в автоматическом режиме. В зоне обрезки одновременно снимается припуск и обеспечивается размер по ширине. В случае необходимости фрезерной головкой на правой по подаче кромке выбирается четверть.

На обе продольные кромки щита клеевыми роликами наносится клей-расплав, и выданная из магазина лента облицовочного материала прижимается к кромкам роликами блока обкатки. Фрезерно-фасочные головки снимают фаски. Шлифовальные головки используются только при работе с натуральным шпоном. На выходе из станка 2 фрезерными головками проводится смягчение граней.

Обработанная по ширине деталь поступает на поворотное устройство 3 и разворачивается на 90°. Подающим устройством щит подается в станок 4, где в такой же последовательности как и в станке 2, производится обработка кромок по длине. Для синхронизации работы участков перед входом в станок 4 предусмотрен накопитель.

Обработанная на станке 4 деталь поступает на поворотное устройство 5, на котором разворачивается на 90° и подается на разгрузочный конвейер укладчика 6.

На линии при работе в автоматическом режиме благодаря блокировке обеспечивается отключение при падении давления в прижимных системах ниже допустимого, невыдача облицовочного материала, остановка любого двигателя агрегатных головок, подача деталей в станки с разрывом меньше допустимого при использовании холодного клея.

Техническая характеристика линии МФК-2

Размеры обрабатываемых щитов, мм:

длина	350 . . . 2000
ширина	270 . . . 290
толщина	8 . . . 40

Скорость подачи (регулируется бесступенчато), м/мин 12 . . . 36

Отклонения показателей качества:

от прямолинейности, мм/1000 мм длины, не более	0,3
по длине и ширине, мм, не более	±1
от перпендикулярности кромок к пластям, мм/1000 мм длины, не более	0,2

76. Оборудование для сборки корпусной мебели

Удельный вес сборочных операций в общих трудозатратах в производстве мебели доходит до 50 %. При сборке наиболее характерной операцией является склеивание. Необходимые выдержки для склеивания затрудняют автоматизацию этой операции. В массовом производстве сборка производится на конвейерах, снабженных пневмоваймами и другими подсобными механизмами. При наличии оптимальной конструкции, рационального технологического процесса и точного соблюдения системы допусков и посадок при изготовлении деталей можно добиться полного устранения подгоночных операций и осуществить непрерывную конвейерную сборку. В настоящее время практикуется система выпуска комплектов мебели в разобранном виде, которые собираются непосредственно потребителем. При выпуске мебели по такому методу стоимость транспортирования снижается в 3 раза. Изготовление мебели без общей сборки является резервом повышения выпуска продукции на 10...12 % без дополнительных капитальных вложений. При этом высвобождается более 2 % производственной площади и до 50 % площадей складских помещений. При выпуске мебели

в разобранном виде на предприятии проводится контрольная сборка 1 % от изготовленного числа изделий.

В собранном виде выпускают малогабаритные изделия. Без сборки и установки фурнитуры в виде мебельных щитов с просверленными отверстиями и гнездами выпускают крупногабаритные изделия корпусной мебели. При выпуске корпусной мебели различают предварительную и окончательную сборку. Предварительная сборка включает в себя установку крепежной и лицевой фурнитуры и получение сборочных единиц, сборку каркаса изделия и установку заднего полка.

Для сборки корпусной мебели используют замкнутые конвейеры с поточной ступенчатой сборкой и установкой фурнитуры. На рис. 165, *а* представлен замкнутый конвейер для сборки корпусной мебели, представляющий собой четырнадцатиместный замкнутый контур. Он состоит из конвейерной цепи 4, на которой шарнирно закреплены 14 пневмовайм. Цепь конвейера установлена на трех туерах 1, 5 и 7, из которых первый ведущий с приводом 3. Ваймы 2 периодически перемещаются на один шаг. Все ваймы связаны между собой шлангами, которые образуют замкнутую пневмосистему, управляемую воздушораспределителем 6.

Каждая вайма конвейера представляет собой сварную раму 10 (рис. 165, *б*), смонтированную на четырех обрезиненных колесах 11. Внутри рамы имеется переставная траверса 12, закрепляемая фиксаторами 15 и несущая два горизонтально расположенных пневмоцилиндра 13 с прижимами 14. Траверса переставляется в зависимости от длины собираемого изделия. На раме ваймы установлены шесть вертикальных регулируемых прижима 16 и горизонтальные базовые упоры 9. Вертикальные и горизонтальные прижимы включаются и выключаются поворотом рукояток 8.

При сборке наиболее трудоемкими операциями являются операции установки фурнитуры. На современном производстве применяется оборудование для бесшурпной установки фурнитуры с помощью дюбелей. Дюбель запрессовывается в заранее подготовленное отверстие. Прочность его удержания в отверстии будет зависеть от величины натяга. Применяют следующую бесшурпную фурнитуру: четырехшарнирную петлю, планку петли, магнитную защелку, ответную металлическую планку магнитной защелки, задвижку, ответную планку задвижки, накладной замок, гайку накладной стяжки, втулку полкодержателя, направляющую ящика.

Для установки этой фурнитуры применяют соответствующие полуавтоматы МУФ10, МУФ11, МУФ12, МУФ13, МУФ14, МУФ15, МУФ16, МУФ17, МУФ18, МУФ19. Станки унифицированы, на них можно обрабатывать детали максимальных размеров 1850×560×25 мм.

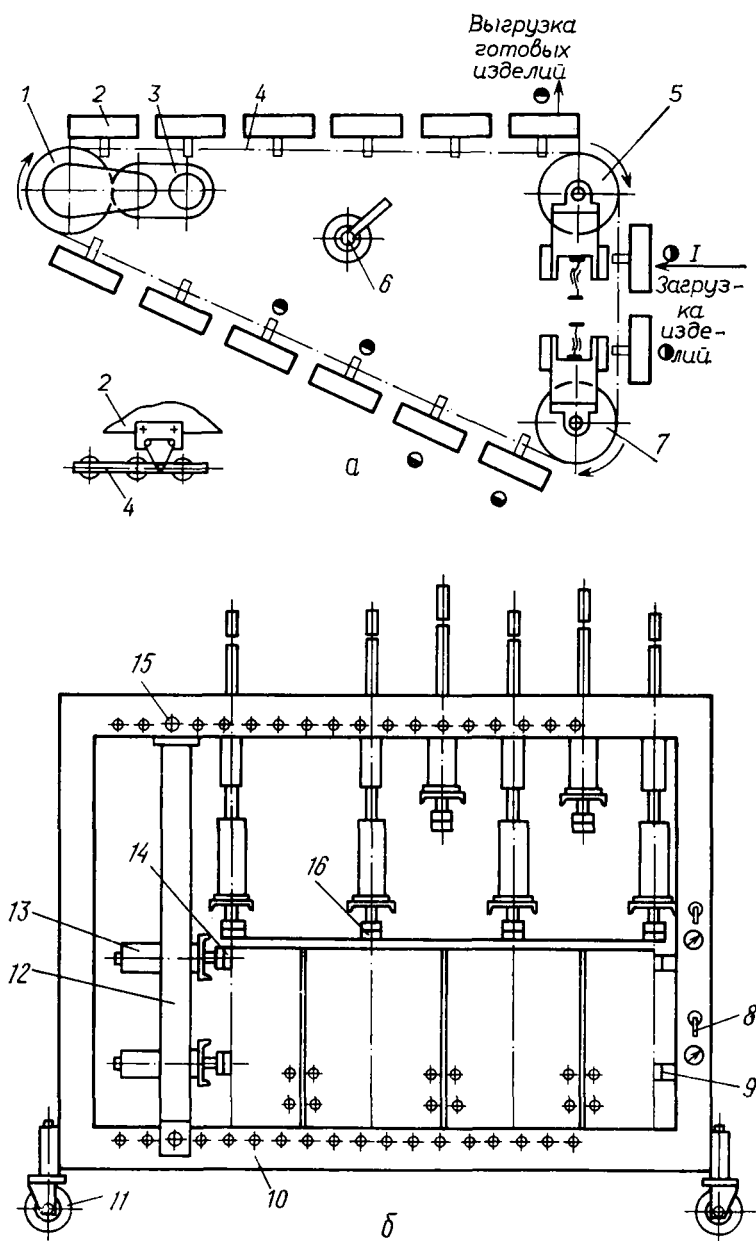
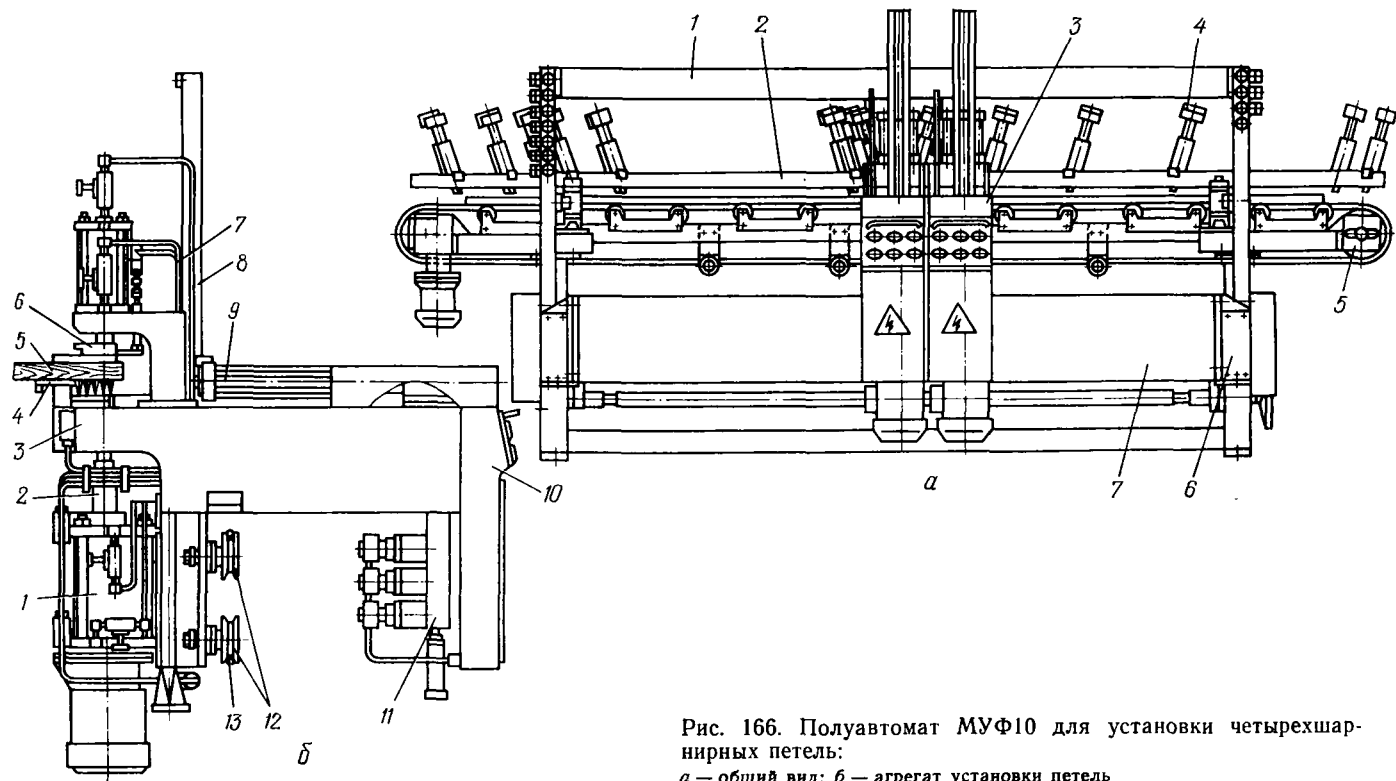


Рис. 165. Конвейер для сборки корпусной мебели:
 а — замкнутый конвейер; б — вайма



Полуавтомат установки четырехшарнирных петель МУФ10 (рис. 166, а) состоит из станины 1, двух агрегатов установки петель 3, двадцати одного позиционера 4, конвейера подачи 5 и четырех боковых прижимов.

Станина представляет собой сборную конструкцию, состоящую из продольной балки 7 и двух поперечин 6. На поперечинах смонтированы две ветви конвейера, одна из которых может перемещаться по поперечинам при настройке на размер детали. Каждая ветвь конвейера имеет индивидуальный привод от электродвигателя через червячный редуктор. Позиционеры, представляющие собой пневмоцилиндры с упорами, базируют детали в продольном направлении, а боковые — в поперечном направлении. Позиционеры продольного базирования смонтированы на продольной линейке 2, а позиционеры поперечного базирования установлены на конвейере, имеющем настроечное перемещение по ширине детали.

Агрегат установки четырехшарнирных петель (рис. 166, б) состоит из сверлильно-прессующей головки 1, сверлильной трехшпиндельной насадки 2, суппорта 3, стола 4, прижима 6, кассеты 8, механизма выдачи фурнитуры 9, пульта управления 10, пневмопанели 11, роликов 12, воздухопроводов 7. Технологический процесс установки фурнитуры состоит из следующих операций на полуавтоматах: базирование детали 5, зажим, выборка гнезд под определенный вид фурнитуры, подача фурнитуры в зону установки, запресовка фурнитуры в гнезда, транспортирование детали к месту съема.

Полуавтомат МУФ10 работает следующим образом. Оператор устанавливает позиционеры по длине в соответствующее положение согласно технологической карте и программирует на пульте управления работу полуавтомата. Деталь подается до установленного продольного упора, срабатывает поперечный упор, и деталь зажимается. Затем срабатывает пневмоприжим 6 агрегатной установки, который зажимает деталь сверху. Включается электродвигатель сверлильно-прессующей головки 1, и инструмент подается для обработки гнезда. По окончании обработки инструмент возвращается в исходное положение и конечным выключателем подается команда на срабатывание пневмоцилиндра механизма выдачи. Ползун механизма выдачи перемещается влево, забирая из кассеты 8 четырехшарнирную петлю и перемещая ее в зону обработанного гнезда. В крайнем левом положении ползуна его кронштейн останавливается над насадкой сверлильно-прессующей головки. После остановки ползуна от конечного выключателя поступает команда на подъем сверлильно-прессующей головки. Сверлильная насадка при подъеме воздействует на кронштейн ползуна механизма выдачи, на пуансоне которого лежит ранее доставленная петля. В конце хода пуансона два дюбеля и чашка петли входят с натягом

в обработанные гнезда и запрессовываются. По завершении хода дается команда на останов и конечный выключатель включает обратный ход ползуна. Кронштейн с пуансоном возвращаются в исходное положение, возвращается в нижнее исходное положение и сверлильно-прессующая головка 2, при этом конечный выключатель дает команду на подъем верхнего прижима 6. При движении ползуна вправо четырехшарнирная петля, находящаяся на верхней плоскости ползуна, сдвигается по наклонной плоскости и попадает в фурнитурное гнездо. В крайнем правом положении ползуна упор нажимает на конечный выключатель, который дает команду на останов ползуна. Конвейер включается, и деталь перемещается до следующего позиционера для обработки на следующей позиции или деталь снимается.

Контрольные вопросы

1. Что такое станочные линии? 2. В чем особенности поточной и автоматической линий? 3. Как классифицируются станочные линии? 4. Что такое линии с жесткой и гибкой связями? 5. Что называется ритмом работы линии? 6. Как определяется производительность линии? 7. Какие линии применяются для обработки брусковых деталей и принцип их работы? 8. Какие линии применяются для обработки щитовых деталей и принцип их работы? 9. Каков принцип работы линий для облицовывания пластей? 10. Какое оборудование применяется для сборки мебели?

Глава 15. РОБОТОТЕХНИКА И ГИБКИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ

77. Роботы и манипуляторы

Современное производство характеризуется комплексной автоматизацией производства на базе систем машин-автоматов. Применение специализированных автоматов и автоматических линий эффективно в массовом производстве, но не рентабельно в условиях серийного и мелкосерийного производства вследствие высоких стоимости и длительности разработки, внедрения и переналадки на новую продукцию. Высокую гибкость производства обеспечивает использование традиционного оборудования, управляемого вручную, при этом требуется применение высококвалифицированного труда и обеспечивается низкая производительность.

Автоматизация основных технологических операций достигла высокого уровня, при котором уровень вспомогательных операций стал тормозом дальнейшего повышения производительности труда и совершенствования технологии, о чем было сказано в главе 9. Обычными методами с использованием существующих традиционных технических средств уже невозможно автоматизировать сборочные, сварочные, окрасочные и ряд других

операций, на которых человек в силу своих психофизиологических возможностей не может работать или интенсифицировать технологический процесс. Эти причины социального, экономического и технического характера стали сдерживающими факторами в развитии производства и повышении производительности труда.

Большие достижения в развитии вычислительной техники и электроники также привели к развитию новой отрасли — робототехники, производящей новую разновидность автоматических машин — промышленные роботы (ПР). Они находят все более широкое применение, заменяя человека (или помогая ему) на участках с опасными, вредными для здоровья, тяжелыми или монотонными условиями труда. Автоматизация вспомогательных операций с использованием промышленных роботов позволяет высвободить рабочих, повысить производительность труда и качество продукции, улучшить условия труда, существенно облегчить труд работающих.

Возможности промышленных роботов обычно превосходят возможности человека в подъеме грузов, в скорости реакции при выполнении монотонных операций, надежности и ритмичности. Кроме того, роботы могут работать в экстремальных условиях, невозможных для человека. В настоящее время под роботом понимают автоматический манипулятор с программным управлением. Манипулятором называют устройство, предназначенное для имитации двигательных и рабочих функций руки человека и управляемое оператором или действующее автоматически. По методу управления манипуляторы делят на биотехнические (с ручным управлением), интерактивные (со смешанным управлением) и автоматические.

Биотехнические манипуляторы отличаются от автоматических отсутствием устройств памяти и требуют непрерывного участия оператора в процессе управления. Основными элементами манипулятора являются: задающий орган, предназначенный для создания управляющих сигналов и движений; исполнительный орган для выполнения действий по сигналам от задающего органа; связующий орган, передающий сигналы и движения от задающего к исполнительному органу; рабочий орган — часть исполнительного органа, выполненная в виде захватов, инструмента и т. п. В автоматическом манипуляторе выполнение рабочих функций обеспечивается без участия оператора. К числу автоматических манипуляторов относят автооператоры и промышленные роботы. Автооператор является перепрограммируемым автоматическим манипулятором. Перепрограммируемый автоматический манипулятор называется промышленным роботом (ПР).

Все ПР по характеру выполняемых операций подразделяются на три группы: 1) производительные (технологические)

роботы (ППР) выполняющие основные операции технологического процесса; 2) подъемно-транспортные (вспомогательные) роботы (ПТПР), выполняющие действие типа взять-перенести-положить; 3) универсальные роботы (УПР), выполняющие разнообразные технологические операции (основные и вспомогательные). Функциональные возможности ПР во многом определяются типом системы программного управления (СПУ). По типу представления задающей информации СПУ делят на цикловые (ЦПУ), аналоговые (АПУ), числовые (ЧПУ) и аналого-числовые (гибридные).

Промышленные роботы позволяют автоматизировать операции, выполняемые обычно вручную (установку детали на станок, ее закрепление, снятие, поворот, ориентирование и передачу на другое рабочее место). Они успешно выполняют работы по подъему и перемещению изделий различных размеров и масс, часто работают по обслуживанию оборудования.

Создание автоматических линий с использованием роботов первого поколения, требующих предварительного ориентирования деталей в ряде случаев оказывается выгодным. При модернизации автоматических линий роботы легко встраиваются в новую линию. При их внедрении непроизводительные потери снижаются в 5—8 раз.

В деревообработке, мебельном производстве робототехника представлена в очень ограниченном виде. Более широко применяются манипуляторы с вакуумными элементами для перемещения плитных материалов.

Совокупность технологического оборудования и ПР, предназначенных для выполнения одной или нескольких технологических операций в автоматическом режиме, называется гибким производственным (технологическим) модулем (ГПМ). В его состав входят три основные подсистемы: обработки; обслуживания; контроля и управления. В подсистему обработки входит основное технологическое оборудование, специально сконструированное или модернизированное по условиям сопряжения с ПР. Обслуживающая подсистема включает устройства для размещения деталей на входе в ГПМ, межоперационные транспортирующие и накопительные устройства, устройства для приема обработанных изделий, а также ПР. Подсистема контроля и управления содержит комплекс технических программных средств контроля, измерения, регулирования, вычисления, логического управления, регистрации и аварийной защиты.

В сложных ГПМ с широкой соподчиненной структурой системы управления в качестве управляющего органа используют управляющие вычислительные комплексы. ГПМ является основной ячейкой гибких комплексно-роботизированных участков и производств.

78. Гибкие производственные системы

Новыми средствами производства являются гибкие производственные комплексы (ГПК) и гибкие автоматизированные производства (ГАП), управляемые ЭВМ, входящие в автоматическую систему управления.

Автоматическая система управления (АСУ) — совокупность административных, организационных, экономикоматематических методов и технических средств вычислительной техники и средств связи, объединенных в единую систему человек — машина для принятия управляющих решений. Человек в АСУ принимает активное участие в самом процессе управления. По уровню автоматизированной структуры ГАП выше ГПК. При модульном построении системы первоначально создаются гибкие производственные модули (ГПМ) — ячейки. На их основе комплектуются ГПК, а затем уже гибкие автоматизированные производства — цехи, заводы. В ГПК автоматизируются практически все технологические операции, что обеспечивает достижение наиболее высокого уровня производительности труда.

ГАП кроме гибкого производственного комплекса включает в себя гибкую систему автоматизированной технологической подготовки производства. Гибкое производство позволяет в мелкосерийном и единичном многономенклатурном производстве в короткий срок с минимальными затратами переходить к выпуску новой продукции. В ГПК механической обработки автоматизированы помимо обработки деталей по заданной программе транспортирование и подача заготовок со склада к станкам и обработанных деталей на склад, смена режущих и измерительных устройств, приборов и инструментов, контроль качества изготовленных деталей, отвод стружки от станков, смена программы обработки. Отличительной особенностью ГПК по сравнению с автоматическими линиями массового производства является их гибкость, т. е. возможность быстрого перехода на обработку любой детали в пределах технических возможностей оборудования.

Практическая реализация ГПК и ГАП требует существенного повышения надежности работы всех технических средств. Нехватка квалифицированных кадров и ненадежность технических средств ГПС затрудняют их внедрение. Система не может быть эффективной, если ежедневно происходит хотя бы один отказ, поиск причин которого и устранение по тем или иным причинам занимает значительную долю рабочего времени. Трудно надеяться на эффективную эксплуатацию ГПС круглосуточно и длительное время (главное в условиях безлюдного производства), если стойкость инструмента остается на прежнем уровне. Каждая поломка инструмента, недопустимое его

затупление, быстрый износ останавливают ГПС. Требуется в 5...8 раз повысить стойкость инструмента.

Особенностью оборудования, входящего в ГПК и ГАП, является наличие высоконадежных механизмов связи с автоматизированными транспортными системами подачи заготовок, удаления обработанных деталей, подачи и замены инструмента с высокой степенью ремонтпригодности. В гибкие системы механической обработки объединяют главным образом многооперационные станки с ЧПУ современного уровня.

Контрольные вопросы

1. В каких случаях целесообразно применять роботы и манипуляторы?
2. В чем отличие манипулятора от робота?
3. На какие группы подразделяются промышленные роботы?
4. Что такое гибкие производственные комплексы и область их применения?

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Амалицкий В. В. Станки и инструменты лесопильного и деревообрабатывающего производства.— М., 1985.

Зотов Г. А., Швырев Ф. А. Подготовка и эксплуатация дереворежущего инструмента. М., 1986.

Кузнецов В. М., Волков Е. Н. Автоматические и полуавтоматические линии деревообрабатывающих производств. М., 1988.

Любченко В. И. Резание древесины и древесных материалов. М., 1986.

Любченко В. И., Дружков Г. Ф. Справочник молодого станочника деревообрабатывающего предприятия. М., 1985.

Маковский Н. В., Амалицкий В. В., Кузнецов В. М., Комаров Г. А. Теория и конструкции деревообрабатывающих машин. М., 1990.

Соловьев А. А., Коротков В. И. Наладка деревообрабатывающего оборудования. М., 1987.

Тарасенко В. М., Вихрева В. В. Оборудование мебельного производства. М., 1986.

Фонкин В. Ф. Справочник мастера-инструментальщика деревообрабатывающего предприятия. М., 1984.

- Абразивная обработка 83, 113
- Автомат 172
- Автоматические линии 321
- Балансировка динамическая 160
- статическая 143, 149, 159
- Вальцевание круглых пил 135
- ленточных пил 132
- Вероятность безотходной работы 187
- отказа 187
- Влияние вида резания 38
- влажности древесины 36
- заднего угла резания 39
- остроты режущей кромки 16, 40
- породы древесины 36
- скорости резания 42
- температуры древесины 38
- толщины срезаемого слоя 41
- угла резания 39
- Геометрия срезаемого слоя 22
- стружки 24
- Геометрическая точность 183
- Гибкие производственные системы 352
- Гидродвигатели 191
- Гидроцилиндры 193
- Двигательные механизмы 189
- Движение главное 9
- подачи 9
- резания (результатирующее) 10
- Дифференциация операций 179
- Долбежные станки 295
- Долбление гнездовой фрезой 96
- цепной фрезой 98
- Древесина 17
- Древесные материалы 18, 22
- Загрузочно-разгрузочные устройства 216
- Зажимные устройства 222
- Заточка ножей 150
- пил 131, 136
- сверл 165
- твердосплавного инструмента 143, 159
- фрез 157
- Затупление режущего инструмента 112
- Износ режущего инструмента 112
- Инструментальные материалы 109
- Исправность 186
- Качество обработки долблением 96, 98
- — пилением 51, 58, 63, 64
- — сверлением 91, 93
- — точением 81
- — фрезерованием 74, 78
- — шлифованием 87
- Классификация линий 321
- машин 171
- станочного резания 43
- Концентрация операций 179
- Коэффициент производительности 174
- использования 176
- Круглопильные станки для продольного распиливания 230
- — — поперечного распиливания 234
- — — форматного распиливания 237
- Лезвие 7, 12
- Ленточнопильные станки 226
- Линии для обработки брусковых деталей 325
- — — кромок щитов 341
- — — щитовых деталей 330
- Машина 171
- Межзубная впадина 47
- Механизм подачи 206
- резания 196
- Наладка круглопильных станков 232
- ленточнопильных станков 228
- рейсмусовых станков 251

- сверлильных станков 291
- токарных станков 268
- фрезерных станков 263
- фуговальных станков 246
- четырехсторонних станков 256
- шипорезных станков 284
- шлифовальных станков 276
- Оборудование для нанесения по-
крытий 302
- — облицовывания кромок 314
- — — пластей 335
- — — подготовки поверхностей 300
- — — шпона 316
- — сборки мебели 344
- мебельного производства 299
- Пила 46
- Пилы круглые 122
- ленточные 50, 120
- Пиление древесных материалов 63
- круглой пилой 54, 62, 63
- ленточной пилой 46
- Плоскость основная 12
- резания 12
- секущая главная 13
- — нормальная 13
- Поверхность резания 7
- обработанная 7
- Подача на оборот 11, 55, 73
- на зуб (лезвие) 11, 51, 55, 73, 95
- Подготовка к работе абразивного
инструмента 116, 167
- — — круглых пил 133, 142
- — — ленточных пил 129
- — — ножей 145, 149
- — — сверлильного и долбежного
инструмента 165
- — — токарных резцов 163
- — — фрез 151, 157
- Полуавтомат 172
- Полуавтоматическая линия 321
- Поточная линия 321
- Правка круглых пил 133
- ленточных пил 131
- Припой 142
- Производительность автоматических
линий 324
- машин 174
- — резания 99
- Пропил 46, 58
- Профилирование зубьев фрез 154
- Работа резания удельная 28
- Работоспособность 186
- Радиус округления режущей кромки
16
- Разрезание 68
- Расходный фонд инструмента 169
- Расчет режима резания 102
- Резание бесстружечное 7, 66
- закрытое 12
- лазерное 67
- полузакрытое 12
- поперечное 19
- продольное 19
- продольно-поперечное 21
- продольно-торцевое 19
- слоистых материалов 22
- с наклоном лезвия 16
- стружечное 7
- торцовое 19
- торцево-поперечное 21
- Режим резания 98
- Рейсмусовые станки 247
- Ресурс 188
- Сверление древесины 89
- древесных материалов 93
- Сверлильные станки 287
- Сверлильно-фрезерные станки 291
- Сила резания единичная 28
- — касательная 26
- — нормальная 26
- — осевая 26
- — результирующая 26
- — удельная 28
- Система координат инструменталь-
ная 14
- — кинематическая 14
- — статическая 14
- Скорость главного движения 11
- подачи 11
- резания (результирующая) 11
- Срезаемый слой 7
- Стружка 7
- Стружколоматель 35

- Технологическая производительность 174
- Типовые схемы автоматических линий 322
- Токарные станки 265
- Точение 80
- Точность станков 181
- Угол движения 15
- задний 14
 - заточки (заострения) 14
 - передний 14
 - резания 14
- Установка в станок круглых пил 141
- — — ленточных пил 133
 - — — ножей 150
 - — — фрез 161
- Уширение пропила разводом 48, 131, 139
- — — плющением 48, 131, 140
 - — — свесом зубьев на сторону 48
- Фактическая производительность 175
- Фрезерование древесных материалов 78
- коническое 72
 - пазовое 94
 - профильное 72
 - торцевое 72
 - цилиндрическое 73
- Фрезерные станки 258
- Фуговальные станки 244
- Четырехсторонние станки 253
- Шероховатость поверхности 25
- Шипорезные станки 278
- Шлифование 83
- Шлифовальная шкурка 84
- Шлифовальные станки 269
- Штампование 70
- Эксплуатация инструмента 111
- Электродвигательный привод 189

Предисловие	3
Раздел 1. Рабочие процессы дереворежущих станков	
Глава 1. Общие сведения о резании древесины и древесных материалов	5
1. Сущность и технологическое назначение резания	5
2. Движения процесса резания	7
3. Геометрия лезвия	12
4. Материалы, обрабатываемые резанием	17
5. Главные и переходные виды резания	18
6. Геометрия срезаемого слоя, стружки и обработанной поверхности	22
7. Силы резания	26
Глава 2. Основные закономерности резания	29
8. Исходные и оценочные характеристики резания	29
9. Стружкообразование	31
10. Влияние основных исходных условий резания на оценочные показатели процесса	36
Глава 3. Основные процессы станочного резания в мебельном производстве	43
11. Классификация процессов станочного резания и указания к их изучению	43
12. Пиление ленточной пилой	46
13. Пиление круглой пилой	54
14. Бесстружечное деление	66
15. Фрезерование	71
16. Точение	80
17. Шлифование	83
18. Сверление	89
19. Гнездообразование	94
Глава 4. Расчеты режимов резания на станках	98
20. Режим резания и порядок его назначения	98
21. Типовые расчетные задачи и общие алгоритмы их решения	100
22. Примеры расчетов	102
Раздел 2. Конструкция, подготовка к работе и эксплуатация дереворежущего инструмента	
Глава 5. Общие сведения о дереворежущем инструменте	107
23. Требования к инструменту. Классификация, индексация и технические характеристики инструмента	107
24. Инструментальные материалы и их выбор	109
25. Подготовка и эксплуатация инструмента на мебельном предприятии	110
26. Оборудование и инструмент для подготовки дереворежущего инструмента	112
Глава 6. Конструкция и подготовка пил	120
27. Конструкция ленточных пил	120
28. Конструкция круглых пил	122

29. Подготовка ленточных пил	119
30. Подготовка круглых плоских пил	133
31. Особенности подготовки пил с твердосплавными пластинами, ко- нических и строгальных	142
Глава 7. Конструкция и подготовка ножей, фрез, токарных резцов, свер- лильного, долбежного и абразивного инструмента	145
32. Конструкция и подготовка ножей	145
33. Конструкция и подготовка фрез	151
34. Конструкция и подготовка токарных резцов	163
35. Конструкция и подготовка сверлильного и долбежного инстру- мента	165
36. Конструкция и подготовка абразивного инструмента для шли- фования древесины и отделочных покрытий	167
37. Расчет потребного числа режущего инструмента	169
Раздел 3. Общие сведения об оборудовании предприятий мебельного производства	
Глава 8. Техничко-экономические показатели рабочих машин	171
38. Определение и классификация машин	171
39. Основные понятия теории производительности машин	174
40. Производительность общественного труда	178
41. Дифференциация и концентрация операций	179
42. Точность станков	181
43. Надежность машин	186
Глава 9. Механизмы и функциональные узлы деревообрабатывающих машин	189
44. Двигательные механизмы	189
45. Механизмы резания	196
46. Механизмы подачи	206
47. Загрузочно-разгрузочные устройства	216
48. Зажимные и прижимные устройства	222
Раздел 4. Конструкции и эксплуатация деревообрабатывающих машин общего назначения	
Глава 10. Станки для деления древесины и древесных материалов	226
49. Ленточнопильные станки	226
50. Круглопильные станки для продольного распиливания	230
51. Круглопильные станки для поперечного распиливания	234
52. Круглопильные станки для форматной распиловки	237
Глава 11. Станки для обработки открытых поверхностей	243
53. Фуговальные станки	244
54. Рейсмусовые станки	247
55. Четырехсторонние продольно-фрезерные станки	253
56. Фрезерные станки	258
57. Токарные станки	265
58. Шлифовальные станки	269
Глава 12. Станки для обработки закрытых поверхностей	278
59. Шипорезные станки	278
60. Сверлильные станки	287
61. Сверлильно-фрезерные станки	291
62. Долбежные станки	295

Раздел 5. Машины и оборудование мебельного производства

Глава 13. Машины и оборудование для отделки поверхностей деталей мебели	299
63. Назначение и виды отделки поверхностей деталей	299
64. Оборудование для подготовки поверхности	300
65. Оборудование для нанесения лакокрасочных покрытий	302
66. Оборудование для обработки и облицовывания кромок щитовых деталей	314
67. Оборудование для подготовки шпона к облицовыванию	316
Глава 14. Станочные линии деревообрабатывающих машин	321
68. Классификация линий	321
69. Типовые схемы автоматических линий	322
70. Производительность автоматических линий	324
71. Линии для обработки брусковых деталей	325
72. Автоматические линии для форматной распиловки	328
73. Линии для калибрования, шлифования и полирования щитовых деталей мебели	330
74. Оборудование для облицовывания пластей	335
75. Линии для обработки и облицовывания кромок щитов	341
76. Оборудование для сборки корпусной мебели	344
Глава 15. Робототехника и гибкие автоматизированные системы	349
77. Роботы и манипуляторы	349
78. Гибкие производственные системы	352
Список рекомендуемой литературы	354
Предметный указатель	355