

временное строгание горизонтальной и вертикальной плоскостей заготовки (рис. 115, д), одновременное строгание пазов типа «ласточкин хвост» и призматического (рис. 115, е), строгание фасонной поверхности по копиру (рис. 115, ж).

На долбежных станках обрабатывают плоские вертикальные поверхности (рис. 115, з), фасонные поверхности, цилиндрические поверхности (рис. 115, и), наружные и внутренние пазы (рис. 115, к), а также многогранные отверстия и многогранники.

На станках этой группы выполняют и другие виды обработки (например, строгание зубьев зубчатых колес).

Контрольные вопросы. 1. Какие особенности имеет процесс резания при строгании и долблении? 2. Чем отличаются строгальные резцы от токарных? 3. Что является главным движением и движением подачи на строгальных и долбежных станках и в каких единицах измеряется скорость резания и подачи?

Глава 8. ФРЕЗЕРНЫЕ СТАНКИ И РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ НА НИХ

§ 1. СУЩНОСТЬ ПРОЦЕССА И ЭЛЕМЕНТЫ РЕЗАНИЯ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ

Фрезерование — один из высокопроизводительных и распространенных способов обработки металлов многолезвийными режущими инструментами (фрезами).

Фреза имеет большое количество зубьев, причем каждый зуб характеризуется теми же элементами, что и токарный резец. Процесс резания при фрезеровании отличается от резания при точении и сверлении тем, что зубья фрезы работают периодически. В работе участвует несколько зубьев, а остальные зубья, не участвующие в резании, успевают частично охладиться. Это повышает стойкость фрез.

При фрезеровании (рис. 116, а и б) главное (вращательное) движение осуществляет фреза, а заготовка, закрепленная на столе, — движение подачи, которое может быть прямолинейным, круговым или винтовым.

В зависимости от направления вращения фрезы и поступательного перемещения обрабатываемой заготовки (подачи) различают два метода фрезерования: **встречное**, когда направление вращения фрезы противо-

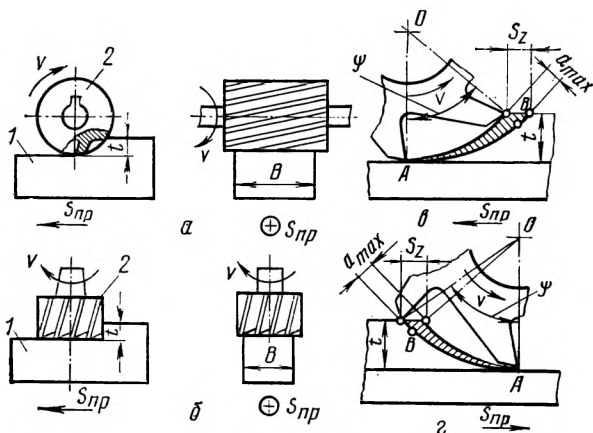


Рис. 116. Схема фрезерования:

а — цилиндрической фрезой; *б* — торцевой фрезой; *в* — встречное фрезерование; *г* — попутное фрезерование; *1* — заготовка; *2* — фреза

положно направлению движения подачи (рис. 116, *в*), и **попутное**, когда направление вращения фрезы совпадает с направлением движения подачи (рис. 116, *г*).

При **встречном фрезеровании** толщина срезаемого слоя каждым зубом фрезы изменяется от нуля (точка А) до a_{\max} (точка В). Соответственно нагрузка на зуб увеличивается постепенно от нуля до максимума. Каждый зуб при этом работает «из-под корки», надламывая ее и выбрасывая из зоны резания, что очень важно при обработке заготовок, имеющих литейную корку или окалину. Недостатком этого метода является то, что сила, действующая на заготовку, стремится оторвать ее от стола. Это приводит к вибрациям и увеличению шероховатости, а также требует более жесткого крепления заготовки к столу. Наличие начальной скольжения зуба по наклепанной поверхности, образованной предыдущим зубом, вызывает повышенный износ зубьев фрезы.

При **попутном фрезеровании** зуб фрезы работает с ударом, сразу же снимает максимальную толщину срезаемого слоя, а следовательно, подвергается максимальной нагрузке. При этом зуб встречает на поверхности заготовки корку и сильнее от этого изнашивается, что снижает стойкость фрезы. После врезания процесс продолжается спокойно, толщина срезаемого слоя уменьша-

ется до нуля, а сила, действующая на заготовку, прижимает ее к столу, что уменьшает вибрации. Этот метод фрезерования используют при чистовой обработке при отсутствии корки. Он позволяет получить шероховатость обработанной поверхности на 1...2 класса выше, чем при встречном фрезеровании. Кроме того, при попутном фрезеровании на 10...15% уменьшается мощность, затрачиваемая на резание.

К режиму резания при фрезеровании (см. рис. 116) относят глубину фрезерования (резания) t , подачу S , скорость резания v и ширину фрезерования B .

Глубина фрезерования t и ширина фрезерования B (мм) — понятия, связанные с размерами слоя заготовки, срезаемого при фрезеровании. Во всех видах фрезерования, за исключением торцевого, глубина фрезерования t (мм) — расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностями заготовки, измеренное в направлении, перпендикулярном к оси вращения фрезы, то есть слой металла, снимаемый за один рабочий ход фрезы. Ширина фрезерования B — ширина обрабатываемой поверхности, измеренная в направлении, параллельном оси фрезы. При торцевом фрезеровании эти понятия меняются местами.

Подача S — перемещение заготовки относительно вращающейся фрезы. Различают три вида подачи при фрезеровании: подача на один зуб фрезы S_z (мм/зуб), подача на один оборот фрезы S_o (мм/об), подача за 1 мин S_m (мм/мин). Между этими видами подач имеется зависимость

$$S_m = S_o n = S_z z n,$$

где z — число зубьев фрезы; n — частота вращения фрезы, об/мин.

Скорость резания v (м/мин) — окружная скорость наиболее удаленных точек зубьев фрезы

$$v = \frac{\pi D n}{1000},$$

где D — наружный диаметр фрезы, мм; n — частота вращения фрезы, об/мин.

§ 2. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ФРЕЗ И ИХ ЗАКРЕПЛЕНИЕ

Типы фрез. Фреза состоит из корпуса (тела) и режущих зубьев. Фрезы бывают цельные (зубья выполнены заодно с корпусом) и сборные (с напаянными или вставными ножами). Цельные фрезы изготов-

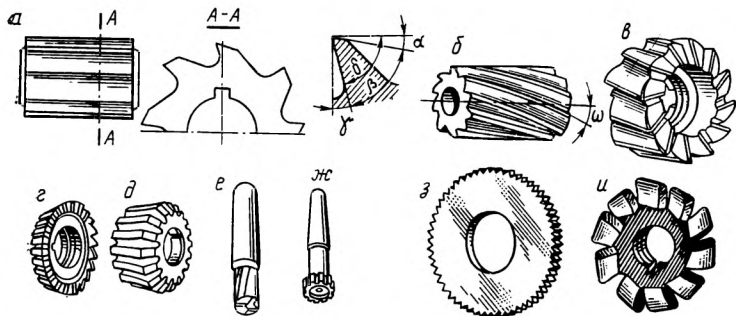


Рис. 117. Типы фрез

ляют из инструментальных сталей, корпуса сборных фрез — из конструкционных сталей, зубья — из быстрорежущих сталей или твердых сплавов и закрепляют в корпусе различными способами: приваривают, припаивают или крепят механически с помощью винтов и клиньев.

Фрезы бывают с прямыми (рис. 117, а), винтовыми (рис. 117, б) и разнонаправленными зубьями.

В зависимости от конструкции зубьев различают фрезы с остроконечными и с затылованными зубьями. У последних задняя поверхность обработана по архимедовой спирали. Затылованные зубья для сохранения профиля перетачивают только по передней поверхности: передний угол γ зуба обычно равен нулю. С затылованными зубьями изготавливают фасонные фрезы, а остальные — с остроконечными. Остроконечные зубья фрез затачивают по главной задней поверхности. У цилиндрической фрезы с винтовым зубом передний угол γ измеряют в плоскости, перпендикулярной к режущей кромке, а главный задний угол α — в плоскости, перпендикулярной к оси фрезы. У цилиндрической фрезы с прямым зубом эти плоскости совмещаются в одну плоскость А—А. На рисунке 117, а показаны углы. Передний угол γ облегчает образование и сход стружки. Главный задний угол α уменьшает трение задней поверхности зуба о поверхность резания. На рисунке 117, б показан угол наклона зубьев ω у фрезы с винтовым зубом, обеспечивающей более спокойные условия резания по сравнению с прямозубой фрезой. По виду поверхности, на которой нарезаны зубья, различают цилиндрические

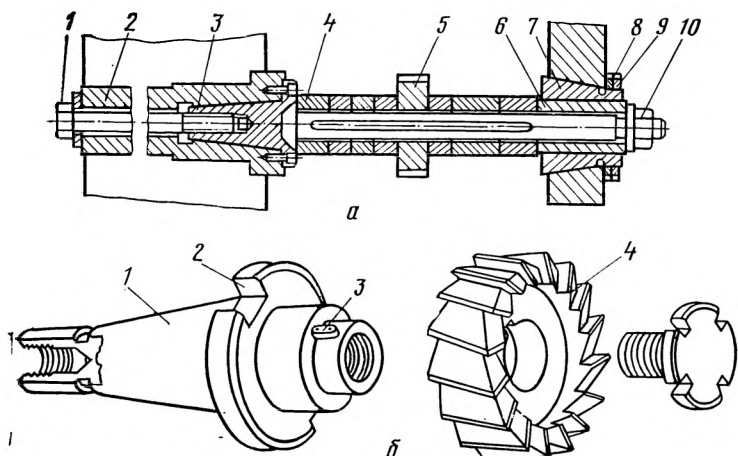


Рис. 118. Крепление инструмента на фрезерных станках

(рис. 117, а и б), торцевые (рис. 117, в), угловые (рис. 117, г), фасонные (рис. 117, д...и), дисковые (рис. 117, з) фрезы.

Закрепление фрез. Фрезы с цилиндрическим хвостовиком (рис. 117, е) закрепляют в патроне. Фрезы с коническим хвостовиком (рис. 117, ж) устанавливают в отверстие шпинделя непосредственно или через переходную втулку и крепят затяжным болтом.

Насадные фрезы, имеющие в корпусе отверстие со шпоночным пазом, закрепляют с помощью центровых или конических оправок. Фреза 4 (рис. 118, б) устанавливается на цилиндрической концевой части оправки на шпонке 3 и закрепляется винтом. Оправка вставляется конусной частью 1 в отверстие шпинделя и затягивается шомполом. Вращение инструменту передается шпонками, закрепленными на торце шпинделя, которые входят в пазы 2 оправки.

На рисунке 118, а показаны установка и закрепление фрезы на станке. Фреза 5 располагается на оправке 3 свободно или на шпонке в нужном положении с помощью установочных колец и зажимается втулкой 6 и гайкой 10. Оправка 3 коническим хвостовиком вставляется в конус шпинделя 2 и затягивается шомполом 1. Другой конец оправки проходит через втулку 6, зажимаемую гайкой 10. Втулка 6 входит в разрезную втулку

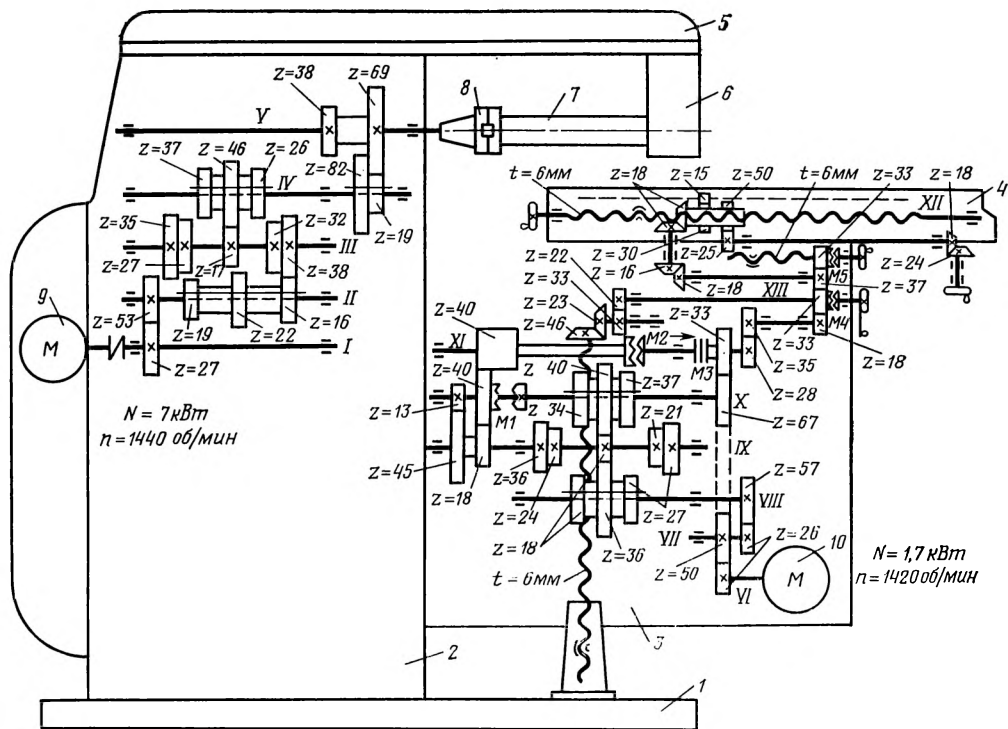


Рис. 119. Кинематическая схема универсального горизонтально-фрезерного станка модели 6М82

ку 7, поджимаемую гайкой 8 и контргайкой 9. Разрезная втулка 7 находится в подвесном кронштейне, установленном на хоботе станка.

Торцевые фрезы крепятся или на концевой части шпинделя, или на оправке.

§ 3. УНИВЕРСАЛЬНО-ФРЕЗЕРНЫЕ СТАНКИ

Фрезерные станки общего назначения (горизонтально-фрезерные и вертикально-фрезерные) применяются главным образом при единичном производстве деталей в ремонтных мастерских совхозов и колхозов, а также на ремонтных заводах и в инструментальных цехах.

Наибольшее распространение в ремонтных мастерских получили вертикально-фрезерный станок модели 6Н12, горизонтально-фрезерные станки моделей 6Н82 и 6М82. На них можно обрабатывать разнообразные поверхности заготовок торцевыми, цилиндрическими, концевыми и другими фрезами, а также нарезать зубья колес и фрезеровать винтовые канавки.

Важной характеристикой горизонтальных и вертикальных фрезерных станков являются размеры рабочего стола. По этому признаку станки делятся на шесть номеров. Например, горизонтально-фрезерный станок модели 6Н82 имеет рабочий стол № 2 (последняя цифра в обозначении), а размеры стола, соответствующие этому номеру, будут: ширина 320 мм, длина 1250 мм.

У универсального горизонтально-фрезерного станка модели 6М82 (рис. 119) шпиндельный вал расположен горизонтально. Стол может перемещаться в горизонтальном (продольном и поперечном) и вертикальном направлениях. Основанием станка служит фундаментная плита 1, на которой закреплены станина 2, имеющая коробчатую форму, и электродвигатель 9. По вертикальным направляющим станины перемещается консоль 3 с поперечными направляющими, служащими для передвижения нижних салазок. На нижних салазках установлены поворотные верхние салазки, которые при наладке станка могут быть повернуты вокруг вертикальной оси на угол $\pm 45^\circ$. Направляющие верхних поворотных салазок позволяют перемещать стол 4 в продольном гори-

горизонтальном направлении. Хобот 5 установлен на горизонтальных направляющих станины и может по ним передвигаться на определенное расстояние при наладке станка. Он служит для установки и закрепления кронштейна 6, необходимого для поддержания конца оправки 7 с инструментом, а также для крепления поддержек, увеличивающих жесткость узла станка. Привод шпинделя 8 осуществляется от электродвигателя 9 через коробку скоростей. К консоли 3 крепится электродвигатель 10 для привода подачи. Внутри консоли размещен привод механизма подач, который состоит из коробки подач и механизмов для осуществления продольной, поперечной и вертикальной подач.

Главное движение (вращение шпинделя) осуществляется от электродвигателя 9 ($N=7$ кВт, $n=1440$ об/мин) по следующей цепи. Через зубчатую передачу постоянного зацепления 27-53 движение передается на вал II. Вал III коробки скоростей получает вращение от вала II через одну из зубчатых передач (16-38, 22-32, 19-35) при переключении блока зубчатых колес 16-22-19. Вращение на вал IV передается через зубчатые передачи 27-37, 17-46, 38-26 при переключении блока зубчатых колес 37-46-26. Вал IV может получить девять различных частот вращения. Шпиндель V через зубчатые передачи 19-69 или 82-38 может получить 18 различных частот вращения. Цепь передачи движения от электродвигателя до шпинделя можно записать в таком виде:

$$1440 \cdot \frac{27}{53} \cdot \frac{\frac{19}{35} \cdot \frac{27}{37} \cdot \frac{19}{69}}{\frac{22}{32} \cdot \frac{17}{46} \cdot \frac{82}{82}} = n_{\text{шп.}}$$

Частоту вращения (об/мин) шпинделя можно подсчитать умножением частоты вращения электродвигателя на передаточные отношения тех зубчатых колес, которые находятся в зацеплении. Для случая зацепления зубчатых колес, указанного на схеме,

$$n_{\text{шп}} = 1440 \cdot \frac{27}{53} \cdot \frac{16}{38} \cdot \frac{17}{46} \cdot \frac{19}{69} = 32.$$

Реверсирование вращения шпинделя проводится электродвигателем.

Движение подачи осуществляется от электродвигателя 10. Вначале рассмотрим цепь движения до вала XI (зубчатое колесо 28). От электродвигателя с помощью зубчатых передач 26-50 и 26-57 вращение передается на вал VIII и далее при переключении блока зубчатых колес 27-36-18 (18/36, 36/18, 27/27) на вал IX. С вала IX при переключении блока 34-40-37 (24/34, 18/40, 21/37) вращение передается валу X. Отсюда вращение передается на широкое зубчатое колесо 40 (свободно сидит на валу XI) через зубчатую передачу 40-40 при смещении зубчатого колеса 40 вала X вправо и сцеплении с муфтой M_1 или через передачи 13-45 и 18-40 при смещении зубчатого колеса 40 вала X влево.

Широкое зубчатое колесо 40, сидящее свободно на валу XI, передает ему и зубчатому колесу 28 вращение при включении муфты M_2 . При включении фрикционной муфты M_3 вал XI (зубчатое колесо 28) может получать быстрое вращение, необходимое для осуществления ускоренных ходов, через зубчатые передачи 26-50, 50-67, 67-33, находящиеся в постоянном зацеплении.

Далее подачи осуществляются путем соединения вала XI с ходовым винтом соответствующей подачи.

Цепь продольной подачи соединяет вал XI с ходовым винтом XII через зубчатые передачи 28-35, 18-33, 33-37, 18-16, 18-18.

Цепь поперечной подачи состоит из зубчатых передач 28-35, 18-33, 33-37, 37-33 и ходового винта поперечной подачи стола. Цепь вертикальной подачи содержит зубчатые передачи 28-35, 18-33, 22-33, 23-46 и ходовой винт вертикальной подачи стола.

Механическая подача осуществляется в том случае, если включена соответствующая муфта. Например, для осуществления механической вертикальной подачи необходимо включить муфту M_4 .

Ручную продольную, поперечную и вертикальную подачи на станке осуществляют вращением соответствующих рукояток.

Реверсирование рабочих и ускоренных подач производится электродвигателем.