§ 4. РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ НА ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКАХ

При фрезеровании точность и шероховатость обработки, а также производительность во многом зависят от правильности закрепления фрезы и изделия на станке. При работе на фрезерных станках применяют несколько способов закрепления заготовок. Если заготовки имеют опорную поверхность, то их закрепляют непосредственно на столе станка при помощи различных планок с пазами для болтов, головки которых заводятся в продольные пазы стола.

В призмах на столе станка устанавливают и крепят заготовки круглого сечения.

Угловую плиту (угольник простой или универсальный) используют для закрепления заготовок в тех случаях, когда две ее поверхности после обработки должны составить прямой или заданный угол.

Для закрепления заготовок на фрезерных станках применяют также универсальные приспособления: машинные тиски, вращающиеся круглые столы, делительные головки и др.

Горизонтальные плоскости обрабатывают на горизонтально-фрезерных станках (рис. 120, *а*) цилиндрическими фрезами с прямыми, наклонными или винтовыми зубьями. Заготовка закрепляется на столе в машинных тисках или при помощи прижимных планок.

При обработке плоскостей фрезами с винтовым зубом возникающая осевая сила стремится сдвинуть инструмент вдоль оси оправки и нагружает опорные подшипники шпинделя. Для устранения осевой силы комплект одновременно работающих фрез изготовляют с разнонаправленными зубьями. На вертикально-фрезерных станках горизонтальные плоскости обрабатывают торцевыми фрезами (рис. 120, *б*). Благодаря большей жесткости крепления фрезы условия резания на этих станках более благоприятны, чем на горизонтально-фрезерных.

Вертикальные плоскости на горизонтально-фрезерных станках обрабатывают торцевыми фрезами (рис. 120, *в*), а на вертикально-фрезерных — концевыми фрезами (рис. 120, *г*).

Наклонные плоскости обрабатывают на вертикально-фрезерных станках торцевыми (рис. 120, *д*) или конце-

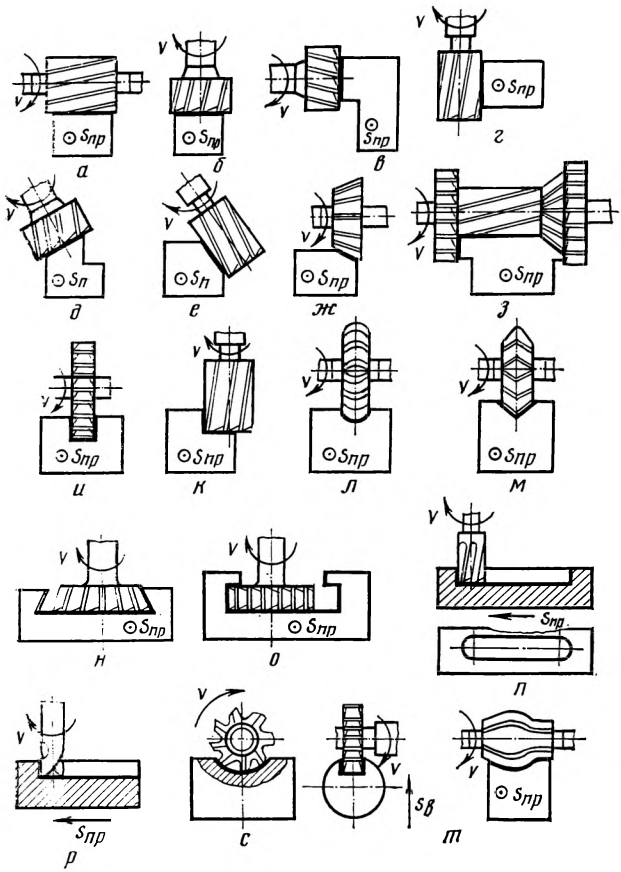

Рис. 120. Схемы обработки поверхностей заготовок на горизонтально- и вертикально-фрезерных станках

выми (рис. 120, *е*) фрезами (шпиндель станка устанавливают под требуемым углом), а на горизонтально-фрезерных — угловыми фрезами (рис. 120, *ж*).

Сложные поверхности, представляющие комбинацию горизонтальных, вертикальных и наклонных плоскостей, у небольших деталей обрабатывают на горизонтально-фрезерных станках набором фрез или цельными фасонными фрезами (рис. 120, *з*).

Прямоугольные пазы и уступы получают дисковыми

(рис. 120, *и*) и концевыми (рис. 120, *к*) фрезами на горизонтально- и вертикально-фрезерных станках.

Фасонные пазы (рис. 120, *л*) обрабатывают фасонной дисковой фрезой, угловые пазы (рис. 120, *м*) — одноугловой или двухугловой фрезой на горизонтально-фрезерных станках, фасонные поверхности (рис. 120, *т*) — фасонной фрезой на горизонтально- и вертикально-фрезерных станках.

Пазы Т-образные и типа «ласточкин хвост» фрезеруют за два прохода. Сначала концевой или дисковой фрезой получают паз прямоугольного профиля, затем у Т-образного паза обрабатывают нижнюю часть фрезой для Т-образных пазов (рис. 120, *о*), а у паза «ласточкин хвост» фрезеруют скосы концевой одноугловой фрезой (рис. 120, *н*).

Закрытые шпоночные пазы изготовляют концевыми фрезами (рис. 120, *п*), а открытые — концевыми или шпоночными фрезами на вертикально-фрезерных станках; фрезерование шпоночной фрезой обеспечивает получение более точного паза.

Пазы под сегментные шпонки обрабатывают на горизонтально-фрезерных станках дисковой фрезой, сообщая заготовке вертикальную подачу (рис. 120, *с*).

Отрезка заготовок и прорезка неточных пазов производятся прорезными или отрезными фрезами.

§ 5. МЕТОДЫ НАРЕЗАНИЯ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

Различают два основных метода профилирования боковых поверхностей зубьев зубчатых колес: метод копирования и метод обкатки (огибания).

Метод копирования заключается в прорезании впадины фасонным инструментом, форма режущих лезвий которого соответствует очертанию впадины между двумя соседними зубьями.

Фрезерование цилиндрических зубчатых колес методом копирования проводится дисковыми модульными фрезами на горизонтально-фрезерных и универсально-фрезерных станках (рис. 121, *б*) или модульными пальцевыми фрезами на вертикально-фрезерных станках (рис. 121, *а*).

Этот метод используют для нарезания зубчатых колес в единичном производстве, а также для нарезания крупномодульных колес или колес большого диаметра.

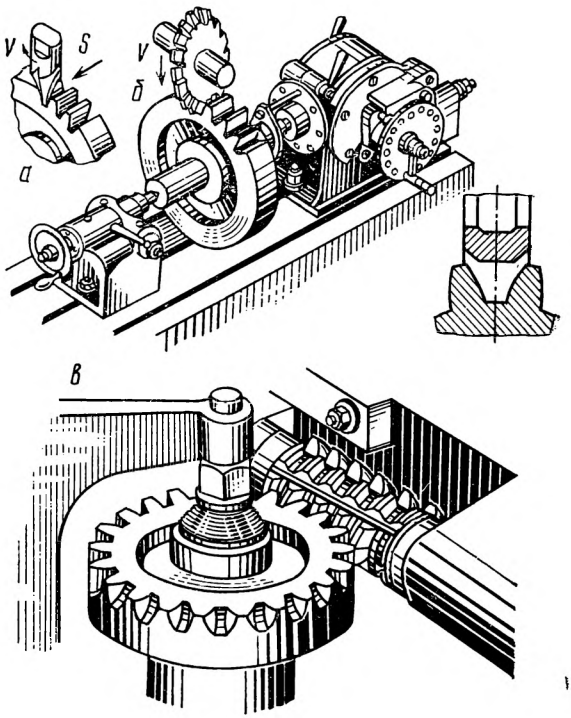

Рис. 121. Нарезание зубьев зубчатых колес

Модульные фрезы подразделяют по номерам (кроме деления по модулям). Для фрезы каждого номера определен интервал чисел зубьев, которые обрабатываются этой фрезой. Применяют комплекты фрез одного и того же модуля, состоящие из 8, 15 или 26 штук. Ниже приведен наиболее распространенный набор, состоящий из 8 фрез, который применяется для нарезания зубьев колес с модулями до 8 мм.

Номер фрезы	1	2	3	4
Число зубьев	12...13	14...16	17...20	21...25
Номер фрезы	5	6	7	8
Число зубьев	26...34	35...54	55...134	135 и более

Комплект из 15 фрез применяют для нарезания зубьев зубчатых колес с модулями более 8 мм. Для более

точного нарезания зубьев колес используют комплект, состоящий из 26 фрез.

При нарезании зубьев колес методом копирования после фрезерования каждой впадины заготовку поворачивают при помощи делительной головки для прорезания следующей впадины.

Метод копирования имеет следующие недостатки: не обеспечивает высокой точности нарезания зубьев вследствие погрешностей фасонного инструмента и неточности делительных головок; ограниченное количество фрез в комплекте, что также сказывается на точности нарезания зубьев; искажение профиля зуба при нарезании косозубых колес; низкая производительность в связи с периодическим возвратом заготовки в исходное положение и делительным движением.

Метод обкатки (огибания) (рис. 121, *в*) характеризуется тем, что профиль режущих лезвий инструмента не совпадает с профилем нарезаемых зубьев. Он соответствует профилю зубьев некоторого зубчатого колеса или рейки, с которыми нарезаемое колесо находится в зацеплении. В результате согласованных движений инструмента и заготовки на последней нарезаются зубья с профилем огибающей кривой к ряду последовательных положений режущих лезвий инструмента. Чем больше этих относительных положений, тем больше профиль нарезаемого колеса соответствует теоретическому.

Этот метод обеспечивает высокую производительность, значительную точность обработки, высокий класс шероховатости поверхностей зубьев. Кроме того, одним инструментом одного и того же модуля можно нарезать зубья колес с любым числом зубьев.

§ 6. ДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ГОЛОВКИ

При выполнении ряда работ на горизонтальных и вертикальных фрезерных станках применяют делительные головки. С их помощью можно периодически поворачивать заготовки на любые равные и неравные части окружности, что позволяет фрезеровать зубчатые колеса с прямыми зубьями, многогранники, шлицевые валики и т. п. Если шпиндель делительной головки повернуть относительно стола в вертикальной плоскости, то можно фрезеровать зубья конических зубчатых колес, конические зенкеры и развертки. Делитель-