

Дисциплина:
**«Инновационные технологии
машиностроения»**

(4. Процессы механическая обработки)

**доцент, к.т.н. Милюков И.А.
ИЭВТ, кафедра ИТНО**

Тел. +7 (903) 716-92-61; e-mail: miliukovIA@mpei.ru; itno_milukov@mail.ru

Лекции – 16 ч.

Лабораторные работы – 32 ч.

БАРС. Контрольные работы. Зачет с оценкой.

2021/2022 уч. год

ФРЕЗЕРОВАНИЕ

Фрезерованием обрабатывают:

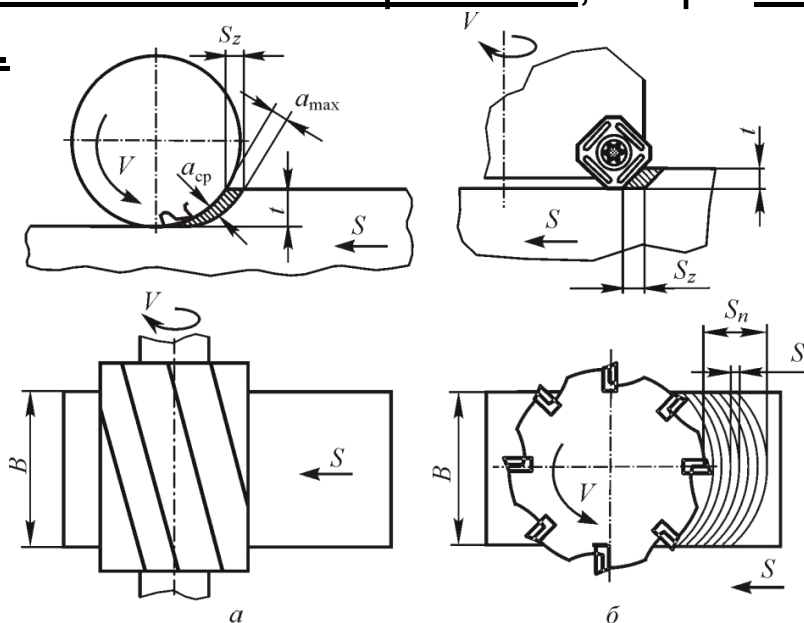
- плоские открытые горизонтальные, вертикальные и наклонные поверхности;
- прямоугольные выступы и полуоткрытые поверхности;
- наружные и внутренние контуры деталей;
- сквозные и глухие закрытые поверхности;
- сложноконтурные выступающие поверхности;
- сложноконтурные углубления;
- прямолинейные и криволинейные пазы с постоянной и переменной глубиной;
- отверстия и наружные поверхности вращения;
- унифицированные элементы деталей (резьбы, шлицы, зубчатые венцы и др.).

Главное движение при фрезеровании - **вращение фрезы**, а **движение подачи** сообщается заготовке или инструменту и может быть поступательным движением по прямой, окружности или любой заданной траектории.

Фрезерование выполняется многолезвийными инструментами – **фрезами**.

Фреза представляет собой тело вращения, у которого **режущие зубья** расположены на цилиндрической и/или на торцовой поверхности.

При цилиндрическом фрезеровании ось фрезы располагается параллельно обработанной поверхности, а при торцевом – перпендикулярно.



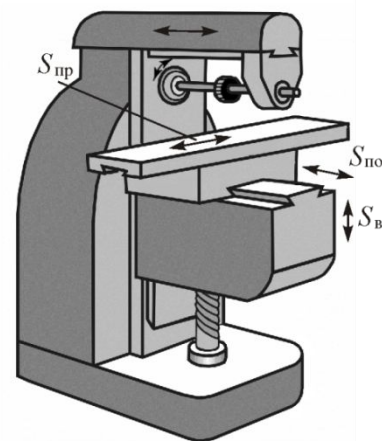
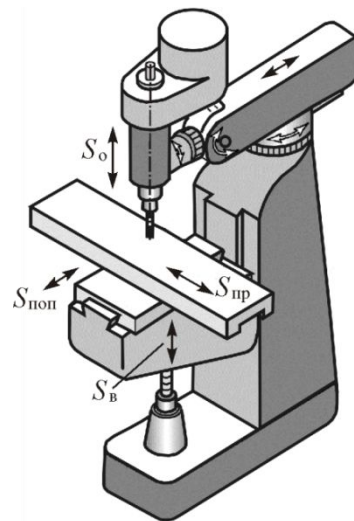
Процесс фрезерования отличается от других процессов резания тем, что каждый зуб фрезы за один ее оборот находится в работе относительно малый промежуток времени и срезает стружку переменной толщины.

Фрезерование может производиться двумя способами: **против подачи** (встречное фрезерование) и **по подаче** (попутное фрезерование).

Основными **режимами резания** при фрезеровании являются: глубина резания, подача, скорость вращения фрезы, скорость резания и ширина фрезерования.

Фрезерование осуществляется на **фрезерных станках.**

Вертикально-
фрезерный
станок



Горизонтально-
фрезерный
станок

Существуют: цилиндрические, торцовые, угловые, концевые, дисковые, прорезные, пазовые, пальцевые, фасонные, шпоночные, червячные, резьбовые и другие специальные фрезы.

Режущая часть фрез изготавливается из специальных твердых материалов: быстрорежущей стали Р18; твердых сплавов Т15К6, ВК8; Эльбора.

Закрепление на фрезе пластинок из твердых сплавов выполняется пайкой или механическими зажимами.

ВИДЫ ФРЕЗ

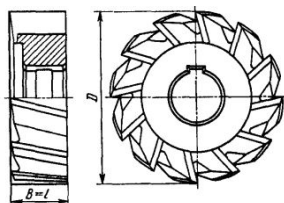
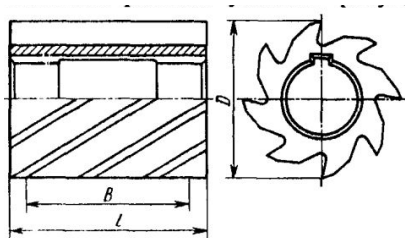


Рис. 14.4. Торцовая фреза

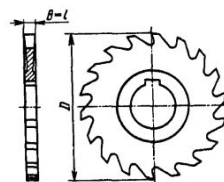


Рис. 14.7. Отрезная фреза

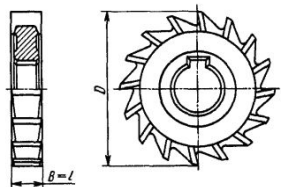
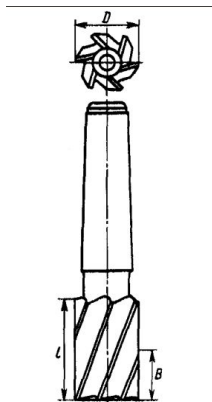


Рис. 14.5. Дисковая трехсторонняя фреза

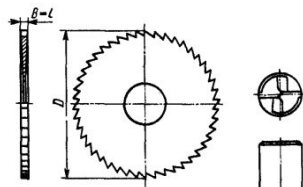


Рис. 14.8. Прорезная фреза

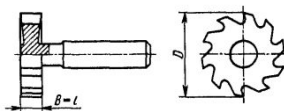


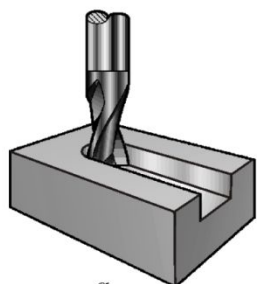
Рис. 14.6. Фреза для обработки Т-образных пазов



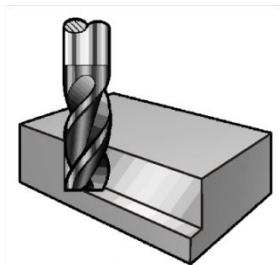
Рис. 14.9 Шпоночная фреза



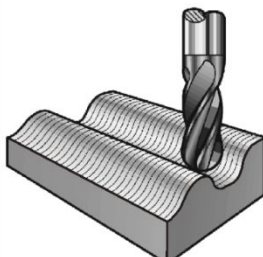
СХЕМЫ ФРЕЗЕРОВАНИЯ



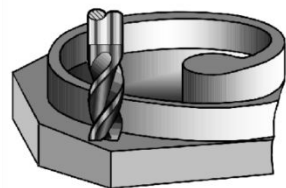
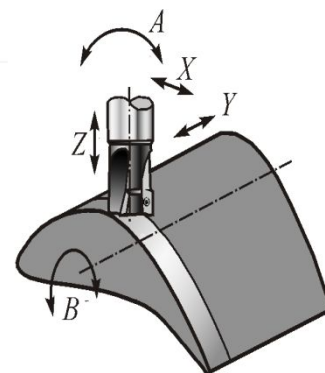
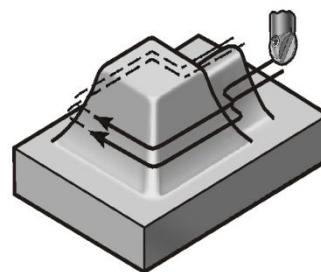
a



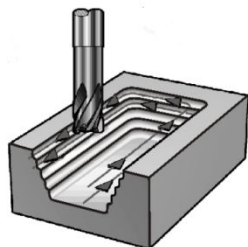
б



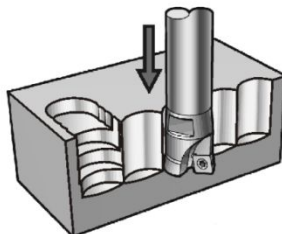
в



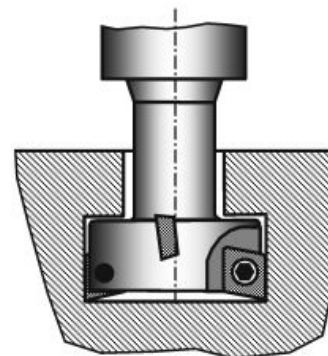
г



д



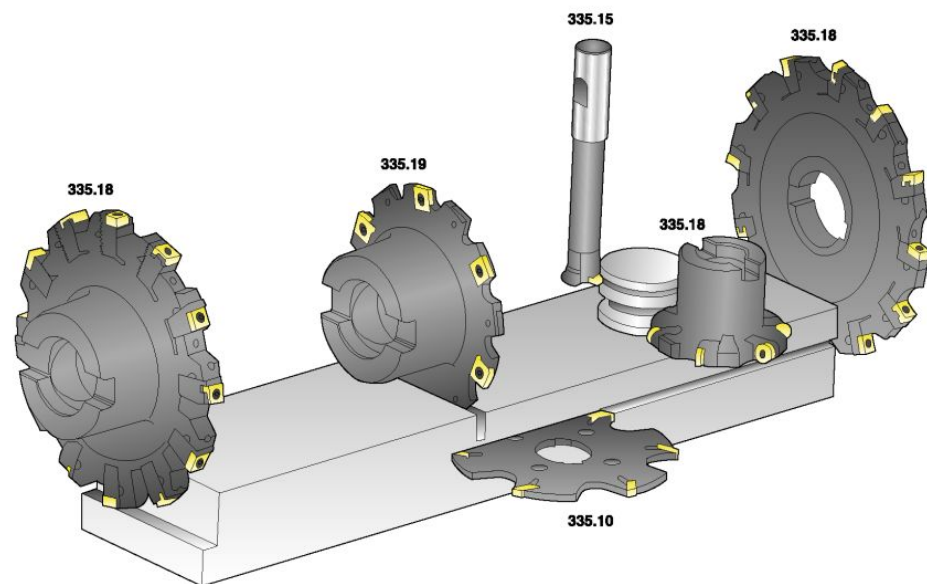
е



a)



б)



СВЕРЛЕНИЕ, ЗЕНКЕРОВАНИЕ, РАЗВЕРТЫВАНИЕ

Сверление – это процесс образования в сплошном материале сквозного или глухого цилиндрического отверстия снятием стружки сверлом. Включает **обработку отверстий сверлами, зенкерами и развертками**, т.е. **сверление, зенкерование и развертывание**.

Главным движением является **вращательное движение инструмента**, а движением подачи – **поступательное перемещение инструмента** вдоль оси вращения.

Сверло, зенкер и развертка – это многолезвийные инструменты.

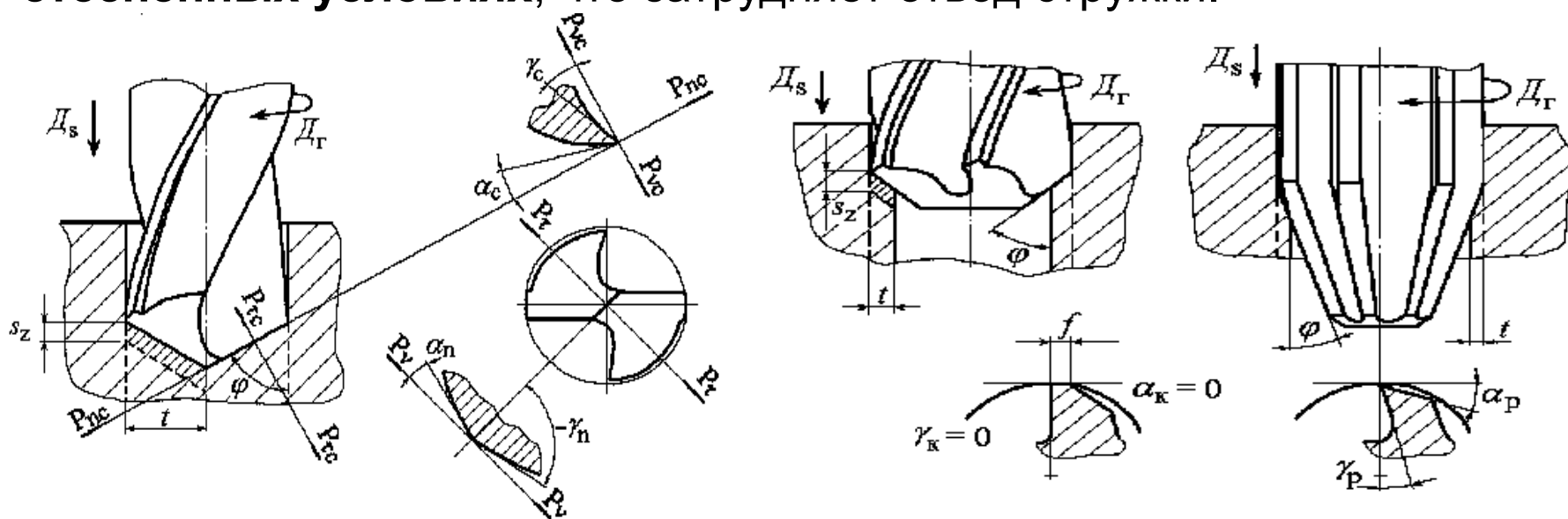
Сверлами обычно обрабатываются отверстия в сплошном материале, когда требуется получить отверстия невысокой точности.

Более точные отверстия после сверления обрабатываются **зенкерами и развертками**.



Особенности сверления:

1. Резание ведется инструментом, передний угол которого **различен** в разных точках режущего лезвия.
2. Скорость резания при сверлении **не постоянна** и меняется от 0 в центре сверла до максимального значения на периферии сверла.
3. Особенностью геометрии сверла является наличие **пятой** поперечной режущей кромки - **перемычки**.
4. Ленточка сверла не имеет вспомогательного заднего угла, что вызывает повышенное **трение** с обработанной поверхностью.
5. Сверло, окруженное обрабатываемым материалом, работает в **стесненных условиях**, что затрудняет отвод стружки.



НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ

Нарезание резьбы – процесс образования резьбы на наружных и внутренних поверхностях деталей **резанием**.

Нарезание резьбы может производиться **точением** (резьбовыми резцами), **фрезерованием** (резьбовыми фрезами), метчиками и плашками.

Резьбовыми резцами полный профиль резьбы нарезается за несколько проходов резца. После каждого прохода резец совершает холостой ход и возвращается в исходное положение, смещается на величину глубины резания и снова «проходит» по резьбе.



ПРОТЯГИВАНИЕ

Протягивание применяется как **окончательный вид** обработки деталей, обеспечивающий высокую точность размеров и качество обработанных поверхностей. Протягивание обеспечивает получение наружных и внутренних фасонных поверхностей изделий высокого качества и точности (7–8-го квалитета).

Метод **высоко производительный**, полная обработка изделия производится за **один рабочий ход инструмента**.

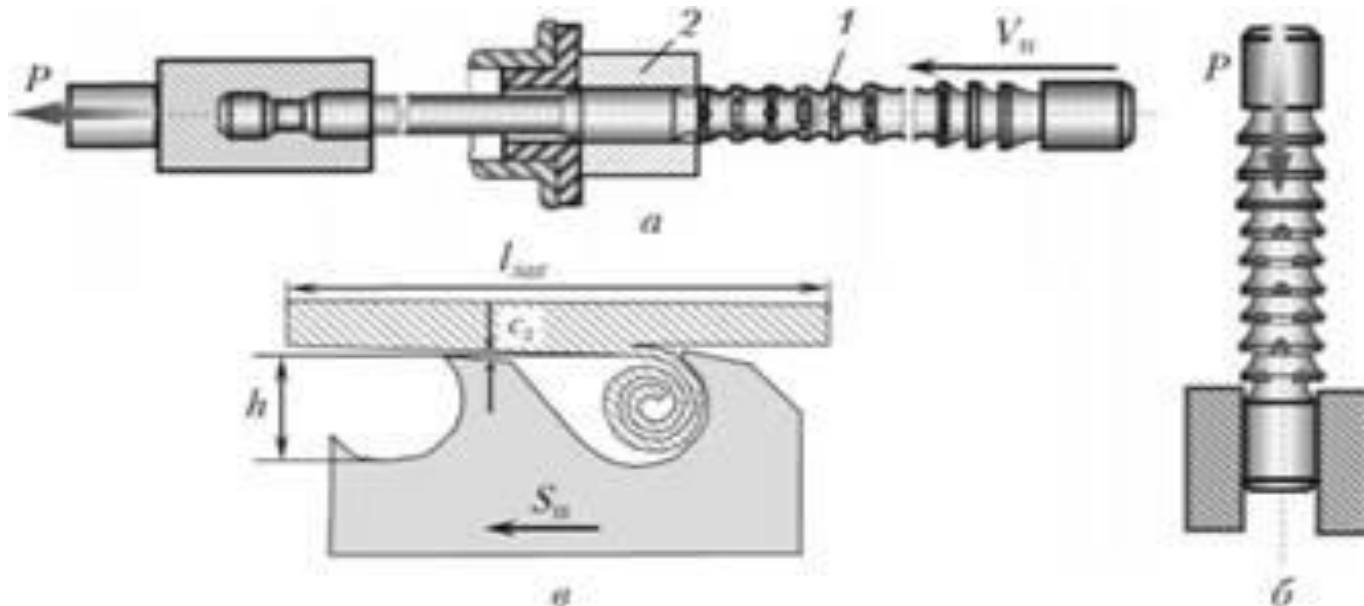
Инструментами служат **протяжки и прошивки**.



ПРОТЯГИВАНИЕ

Протяжки протягиваются через обрабатываемое изделие, а **прошивки** продавливаются (прошиваются) через него.

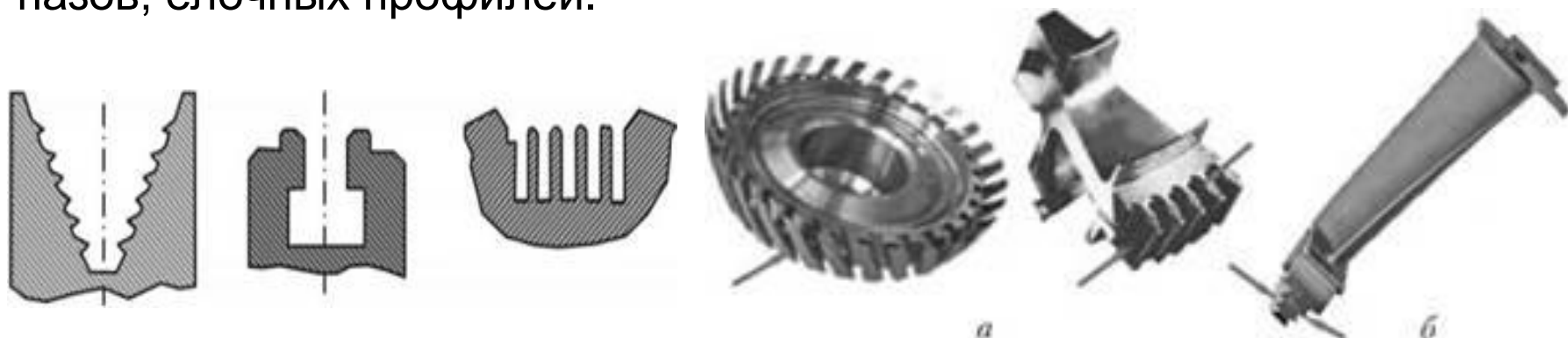
Главным движением является движение протяжки, а его скорость - скоростью резания. **Движение подачи отсутствует.**



Внутреннее протягивание применяют для обработки различных отверстий, например квадратных, многогранных, шлицевых с различными профилями прямых и винтовых канавок, а также шпоночных и других фигурных пазов в отверстиях детали



Наружное протягивание применяют для обработки зубчатых колес, цилиндрических поверхностей валов, наружных шлицев разного профиля на валах, канавок в форме ласточкина хвоста, Т-образных пазов, елочных профилей.



СТРОГАНИЕ И ДОЛБЛЕНИЕ

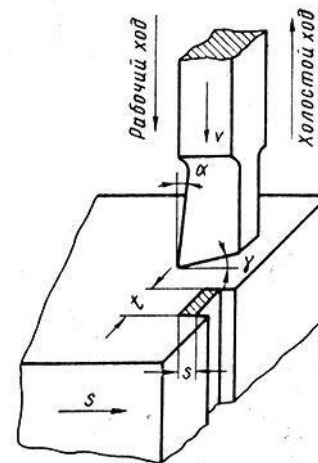
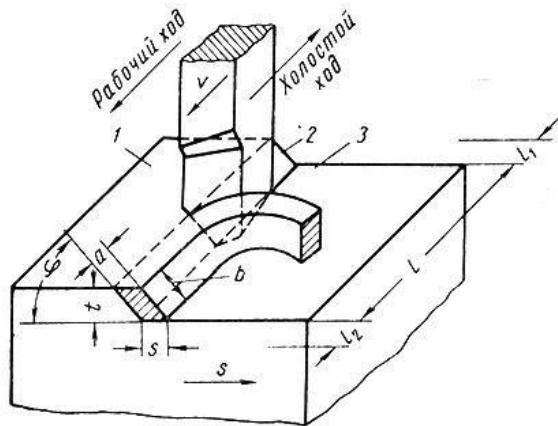
Строгание и долбление применяют для обработки плоскостей и несложных фасонных поверхностей с прямолинейными образующими, уступы, пазы и канавки.

Главным движением резания является **возвратно-поступательное движение инструмента**, подача заготовки - прямолинейная прерывистая, осуществляемая периодически через определенные промежутки времени.

В качестве режущих инструментов соответственно применяют **строгальные резцы** и **долбежные резцы** и **долбяки**.

Режимы резания: скорость главного движения резания - **скорость рабочего хода**, скорость обратного (холостого) хода и **скорость движения подачи:** минутную и на один двойной ход ползуна станка.

Строгание



Долбление

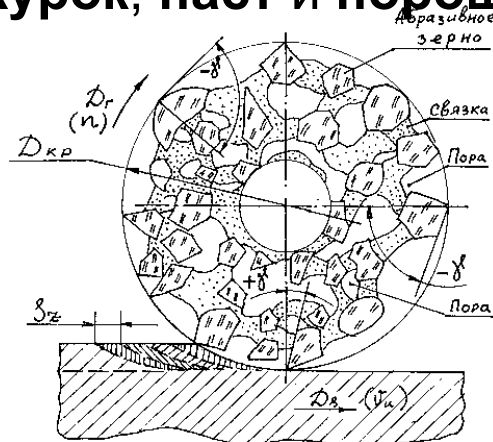
ШЛИФОВАНИЕ

Шлифование обеспечивает получение **высокого качества** обработанной поверхности (т.е. малой шероховатости) и **высокой точности** размеров обрабатываемых деталей.

Шлифование выполняется **абразивными инструментами**, состоящими из **зерен** абразивного (шлифовального) материала, **скрепленных** между собой **связкой**. Значительную часть объема абразивного инструмента занимают **воздушные поры**.

В качестве абразивного материала используются твердые частицы кремния, корунда (окись алюминия), алмазная крошка и другие материалы.

Абразивные инструменты в подавляющем большинстве используются в виде **шлифовальных кругов** разнообразной формы. Кроме того, они могут использоваться в виде **брусков, шкурок, паст и порошков**.



Процесс резания при шлифовании можно рассматривать как фрезерование многозубой фрезой с высокой скоростью. Каждое единичное абразивное зерно представляет собой режущее лезвие со случайными геометрическими параметрами.

При **вращении** шлифовального круга с большой скоростью (**главное** движение) и перемещении его относительно заготовки (движение подачи) каждое единичное зерно срезает стружку очень малого переменного сечения.

Обработанная поверхность образуется в результате совокупного действия большого числа абразивных зерен, расположенных на режущей поверхности абразивного инструмента. Чем мельче зерна абразива, тем более гладкой получается обрабатываемая поверхность.

Срезаемая в процессе работы круга стружка располагается в порах между зернами.

ПЛОСКОЕ И КРУГЛОЕ ШЛИФОВАНИЕ

При **плоском** шлифовании круг вращается с большой скоростью (**главное движение**), а обрабатываемой заготовке придается движения продольной подачи и поперечной подачи.

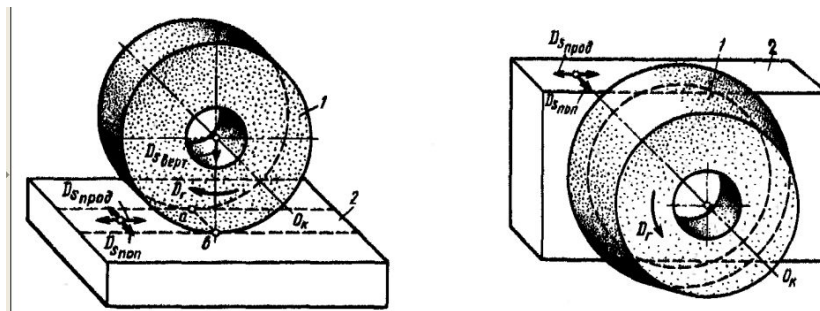
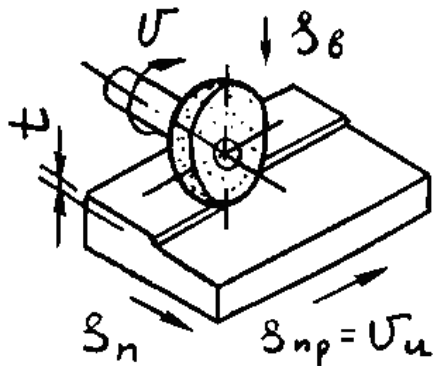
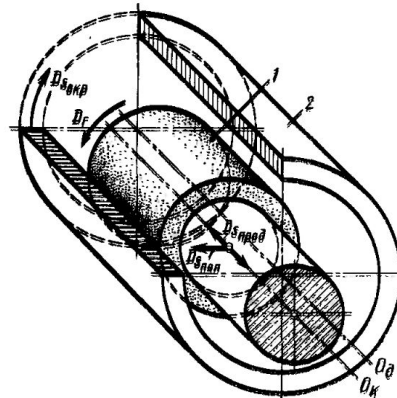
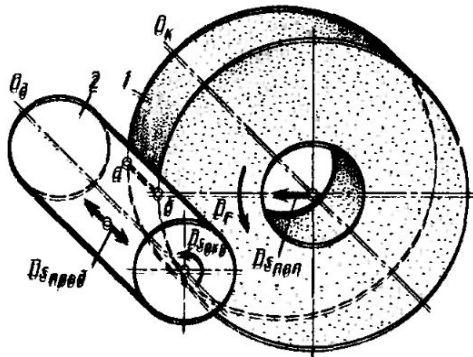


Схема плоского шлифования
(периферией круга и торцем круга).

При **круглом** шлифовании помимо **вращения шлифовального круга** (**главное движение**) **вращается** обрабатываемая заготовка (**движение подачи**) и осуществляется ее продольная подача.

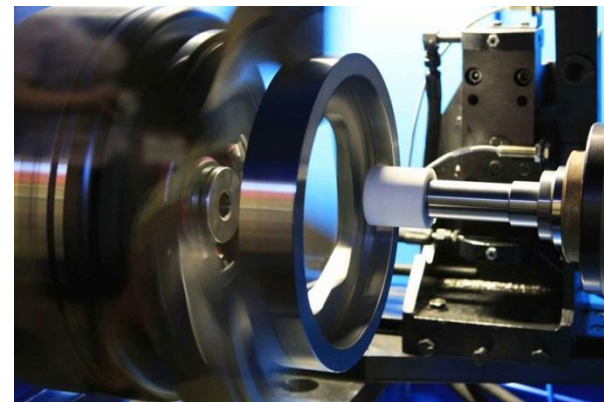
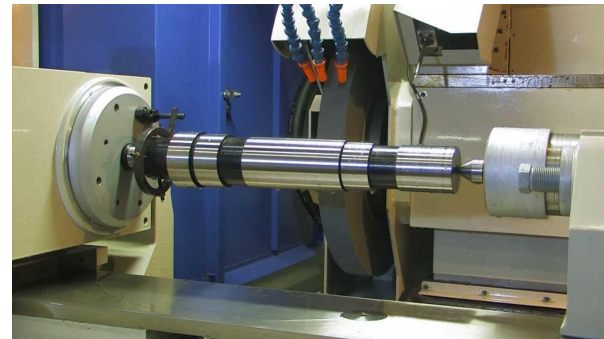


Методы круглого шлифования

Плоское шлифование



Круглое шлифование



ГЛУБИННОЕ ШЛИФОВАНИЕ

Глубинное шлифование — это процесс обработки деталей с увеличенным слоем снимаемого металла за один проход при низкой скорости продольной подачи.

Достоинством глубинного шлифования является возможность получать сложные фасонные поверхности деталей из труднообрабатываемых материалов с высокой точностью и качеством поверхностного слоя (например, замки жаропрочных лопаток турбин).

