

# ФРЕЗЕРОВАНИЕ

# Основные сведения о фрезеровании

- Фрезерование отличается от точения тем, что обработку поверхности заготовки осуществляют вращающимся многозубым инструментом фрезой. Различают два основных вида фрезерования: тангенциальное, когда ось вращения фрезы располагается параллельно обрабатываемой поверхности, и радиальное, при котором ось вращения фрезы перпендикулярна обрабатываемой поверхности.
- Площадь поперечного сечения стружки, снимаемой зубом фрезы, непостоянна и изменяется от минимального до максимального значения  $a_{\max}$  при направлении вращения фрезы навстречу подаче (встречное фрезерование) или от максимального до минимального значения при направлении вращения фрезы, совпадающем с направлением подачи (попутное фрезерование).

# Фрезерные станки — принцип работы и классификация

## **Горизонтальные консольно — фрезерные станки**

Горизонтальные консольно-фрезерные станки имеют горизонтально расположенный, не меняющий своего места шпиндель. Стол может перемещаться перпендикулярно к оси шпинделя в горизонтальном и вертикальном направлениях и вдоль оси, параллельной ей.

## **Универсальные консольно — фрезерные станки**

Универсальные консольно — фрезерные станки отличаются от горизонтальных тем, что имеют стол, который может поворачиваться на требуемый угол.

## **Вертикальные консольно — фрезерные станки**

Вертикальные консольно-фрезерные станки имеют вертикально расположенный шпиндель, перемещающийся вертикально и в некоторых моделях поворачивающийся. Стол может перемещаться в горизонтальном направлении перпендикулярно к оси шпинделя и в вертикальном направлении.

## **Широкоуниверсальные консольно — фрезерные станки**

В отличие от универсальных станков имеют помимо основного горизонтального шпинделя приставную головку со шпинделем, поворачивающимся вокруг вертикальной и горизонтальной осей.

## **Бесконсольно — фрезерные станки**

Имеют шпиндель, расположенный вертикально и перемещающийся в этом направлении. Стол перемещается только в продольном и поперечном направлениях.

### **Продольно — фрезерные станки**

Имеют стол, который может перемещаться только в продольном направлении по направляющим поверхностям станины. Вертикальные и поперечные перемещения получают шпиндельные бабки и шпиндели. Могут иметь, до двух вертикальных и до двух горизонтальных шпинделей при одно- и двухстоечном исполнении.

### **Объемно — фрезерные станки**

По принципу действия делятся на станки прямого и следящего копирования, осуществляемого путем ощупывания модели копировальным пальцем, а также программного управления, работающие одновременно и непрерывно по трем взаимно перпендикулярным координатам.

### **Фрезерные станки непрерывного действия**

Непрерывного действия (карусельные) имеют вертикально расположенный шпиндель (шпиндели), установочно перемещающиеся по вертикали, и круглый стол, который может непрерывно вращаться со скоростью рабочей подачи, закрепление и обработка заготовок многопозиционные. Примером может служить станок модели 6А23 с диаметром стола

### **Шпоночно — фрезерные станки**

Имеют вертикальный шпиндель, осуществляющий вращательное и одновременно с ним планетарное движение. Диаметр планетарного движения может изменяться в соответствии с заданной шириной шпоночного гнезда. Стол перемещается возвратно-поступательно в продольном направлении. Рабочий цикл автоматизирован. Примерами этих станков могут быть станки моделей 6Д91, 6Д92 и т. д.

# Горизонтальный консольно-фрезерный станок



# Универсально консольно-фрезерный станок



# Вертикальный консольно-фрезерный станок





# Широкоуниверсальный консольно-фрезерный станок





# Бесконсольно - фрезерный станок



Станкоинструмент

# Продольно-фрезерный станок



# Объемно - фрезерные станки



# Фрезерный станок непрерывного действия



# Шпоночно-фрезерный станок



# Классификация и конструкция фрез

**Фреза́** — режущий многолезвийный инструмент в виде тела вращения с зубьями для фрезерования. Бывают цилиндрические, торцевые, червячные, концевые, алмазные и др. Материал режущей части — быстрорежущая сталь, твёрдый сплав, минералокерамика, алмаз, массив кардной проволоки. В зависимости от конструкции и типа зубьев фрезы бывают цельные (полностью из одного материала), сварные (хвостовик и режущая часть состоит из различного материала, сваренные вместе), напайные (с напаянными режущими элементами), сборные (из различного материала, но соединённые стандартными крепёжными элементами — винтами, болтами, гайками, клиньями). Отдельно выделяют фрезерные головки - фрезы со сменными ножами из твёрдого сплава и быстрореза. Фрезы делятся на торцевые, концевые, угловые, дисковые, монолитные.

# Концевая фреза

Концевые фрезы представляют собой группу фрез, отличающихся креплением в шпинделе фрезерного станка. Крепление фрез в шпинделе станка производят при помощи цилиндрического или конического хвоста.

Зубья на цилиндрической части конструируют аналогично зубьям цилиндрических фрез, а на торцевой части аналогично зубьям на торцевой части торцевых фрез. Концевые фрезы подразделяют на:

- концевые обыкновенные с неравномерным окружным шагом зубьев, с цилиндрическим и коническим хвостовиками;

- концевые, оснащенные коронками и винтовыми пластинками из твердого сплава;

- концевые шпоночные с цилиндрическим и коническим хвостовиками;

- шпоночные, оснащенные твёрдым сплавом;

- концевые для Т-образных пазов;

- концевые для сегментных шпонок.





# Угловые фрезы

- Угловые фрезы находят применение преимущественно для фрезерования канавок. Они бывают:
  - **одноугловые;**
  - **двухугловые.**
- Одноугловые фрезы применяют для фрезерования прямых канавок на фрезах и другом инструменте.
- Двухугловые несимметричные фрезы применяют для фрезерования прямых и винтовых канавок, а симметричные для фрезерования канавок фасонных фрез



# Дисковые фрезы

Дисковые фрезы необходимы для формирования пазов и канавок.

Дисковые фрезы бывают трех типов:

пазовые;

двусторонние;

трёхсторонние.

Пазовые дисковые фрезы имеют зубья только на цилиндрической поверхности. Для уменьшения трения по торцам толщина фрезы делается на периферии больше, чем в центральной части у ступицы. Важным элементом дисковой пазовой фрезы является ширина, так как фреза предназначена в том числе и для обработки пазов. Важной областью применения дисковой пазовой фрезы является распиловка заготовок из дерева и металла.

Двусторонние дисковые фрезы, кроме зубьев, расположенных на цилиндрической поверхности, имеют зубья на торце.

У трёхсторонних дисковых фрез зубья расположены на цилиндрической поверхности и на обоих торцах. Условия резания у торцовых зубьев менее благоприятны, чем у зубьев, расположенных на цилиндрической поверхности. Небольшая глубина канавки у торца не дает возможности получить необходимые задние и передние углы.



# Монолитные фрезы

Монолитные фрезы — это фрезы, выполненные полностью из твердосплавного материала. Иногда их называют «пальчиковые фрезы». Их применение позволяет значительно ускорить процесс обработки, экономя время на замену/заточку и увеличивая скорость прохода в пять — шесть раз. Так же твёрдый сплав в режущем инструменте служит для обработки стали в закаленном виде, что исключает погрешности от деформации. Монолитные фрезы выпускаются следующих сплавов: Т5К10, Т15К6, ВК8, ВК10-ОМ. Самый передовой сплав — ВК10-ОМ, он отличается экономичностью и повышенной износостойчивостью.



# Фреза торцевая

- Применяются при обработке твердых материалов (до 45 HRC). С увеличенной твердостью поверхности. Отлично подходят для обработки с образованием мелкой стружки. При использовании фрез с большим количеством зубьев можно добиться большей чистоты обработанной поверхности. Обрабатывают: сталь, чугун, углеродистая сталь, литая сталь, алюминий, легкие сплавы, дерево, ПВХ, оргстекло. **Покрытие TiAlN - нитрид титана-алюминия обеспечивает более высокую износостойкость.**



# ОСНОВНЫЕ ВИДЫ И СХЕМЫ ФРЕЗЕРОВАНИЯ.

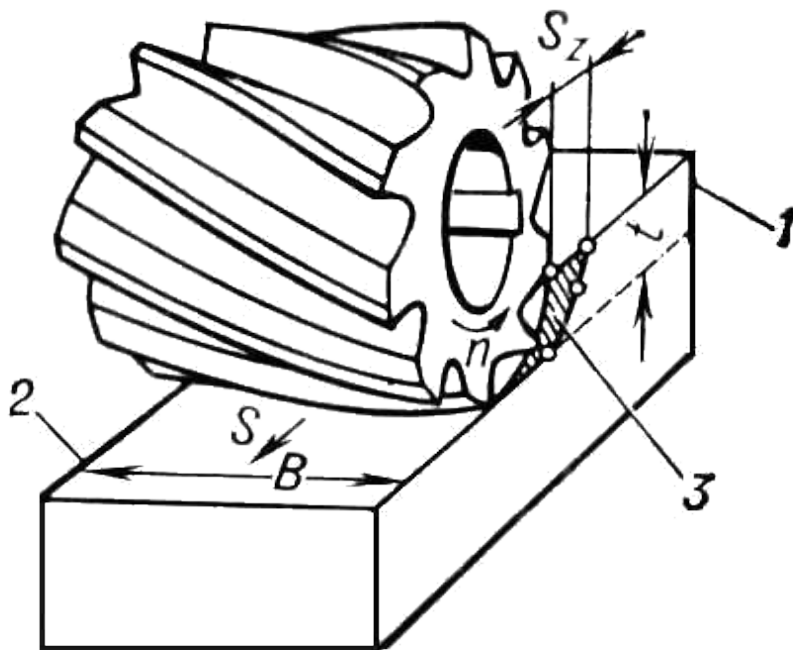


Схема резания при фрезеровании цилиндрической фрезой:

1 - обрабатываемая поверхность;

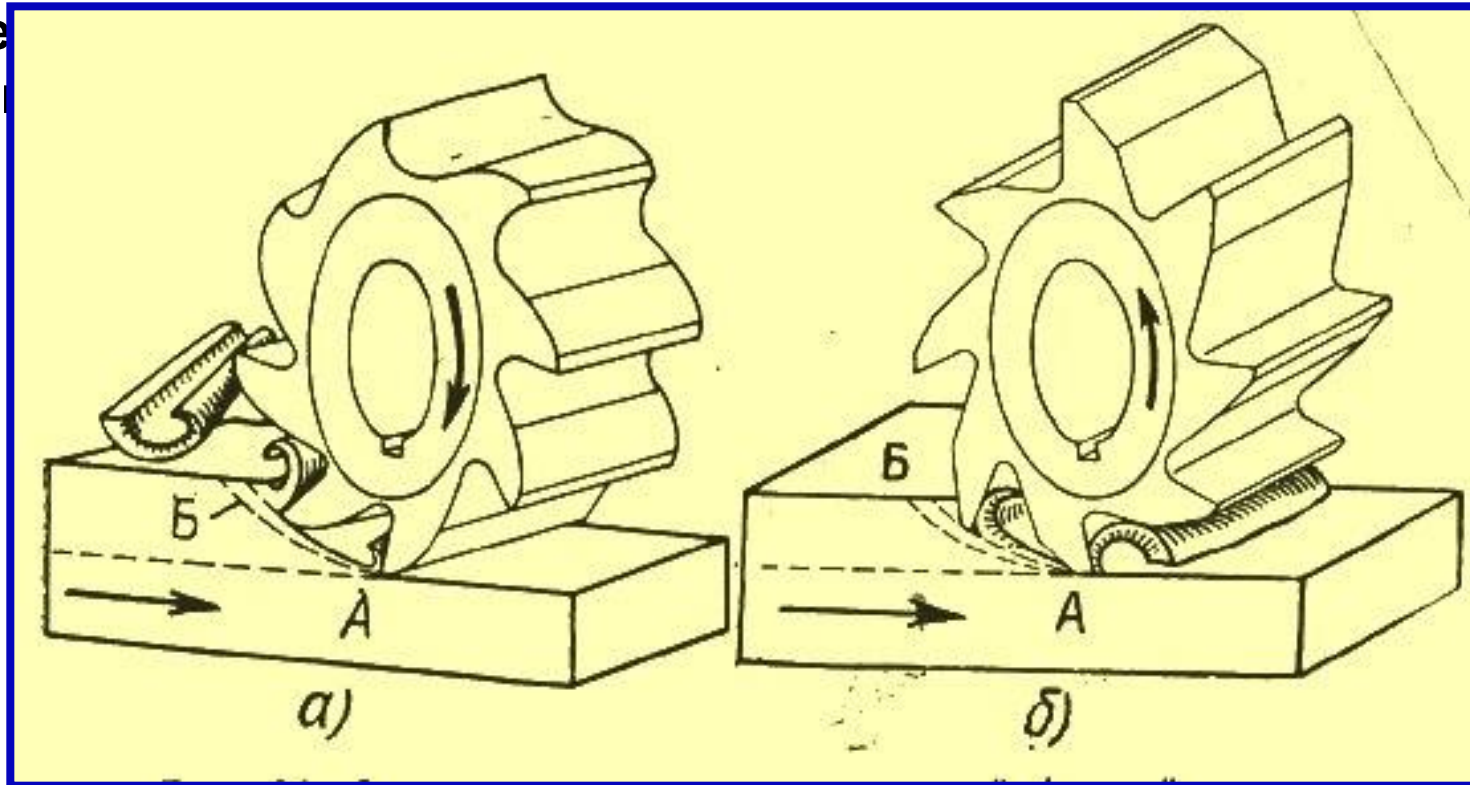
2 - обработанная поверхность;

3 - поверхность резания.

## Виды фрезерования

Фрезерование поверхностей цилиндрическими и дисковыми фрезами может производиться при движении (подаче) стола станка с закреплённой обрабатываемой заготовкой навстречу направлению вращения фрезы, это общепринятое направление подачи, то такое фрезерование называется фрезерованием против подачи – а (встречным фрезерованием).

Если подача заготовки совпадает с направлением вращения фрезы, то такое (попутн



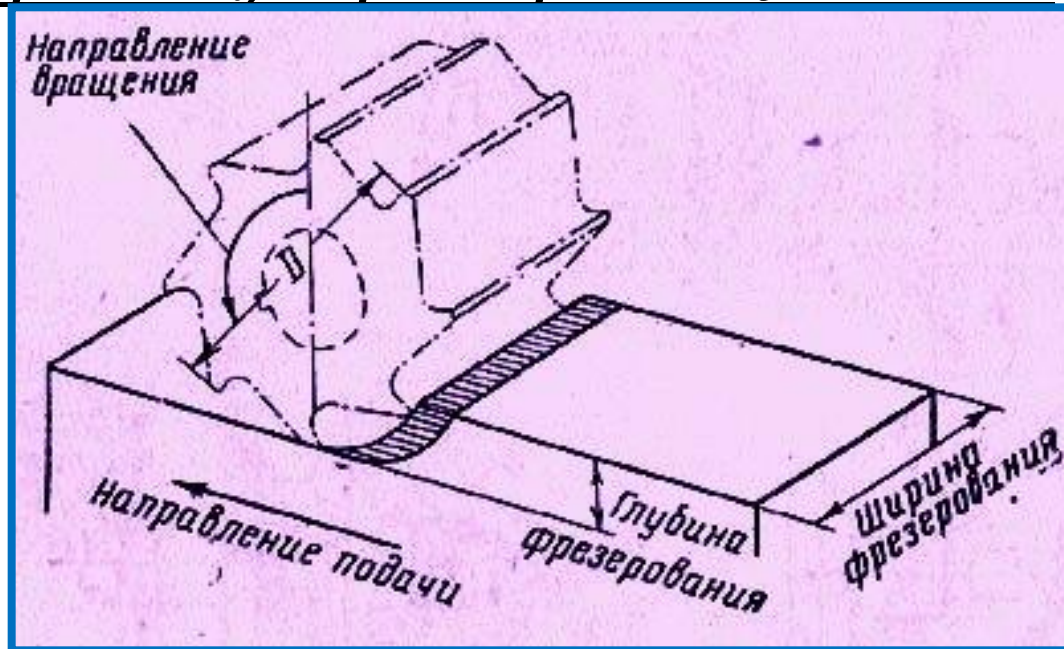
б



# Режим резания при фрезеровании

В процессе фрезерования зубья фрезы при её вращении последовательно один за другим врезаются в надвигающуюся заготовку и снимают стружку, осуществляя резание.

Элементами резания при фрезеровании являются ширина фрезерования  $B$ , т.е. ширина поверхности, обрабатываемой за один проход заготовки, глубина фрезерования  $t$ , скорость резания  $v$  и подача  $s$ .



Совокупность всех перечисленных выше элементов (скорость резания, подача, глубина и ширина фрезерования) в правильном взаимном