

# ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ

*Обработка металлов резанием* – это процесс срезания режущим инструментом слоя металла с поверхности заготовки в виде стружки для получения необходимой геометрической формы, точности размеров, взаиморасположения и шероховатости поверхностей детали.

# РЕЖИМ РЕЗАНИЯ

---

- ✘ Движения, которые сообщаются инструменту и заготовке для срезания слоя металла, *называют движениями резания*. Они разделяются на *главное движение резания  $D_r$* , которое определяет скорость деформирования и отделения стружки, и *движение подачи  $D_s$* , которое обеспечивает непрерывность процесса резания. Главное движение всегда одно, движений подачи может быть несколько.

**Скорость главного движения резания  $v$  (м/мин.)** – это скорость перемещения точки режущей кромки инструмента относительно обрабатываемой поверхности в направлении главного движения. Для вращательного главного движения скорость резания:

$$v = \pi D_{\text{заг.}} \cdot n \cdot 10^{-3}, \text{ м/мин.}$$

**Скорость движения подачи  $v_s$**  – это скорость рассматриваемой точки режущей кромки в направлении движения подачи. Предусматривается также понятие **подача  $s$**  (мм/об; мм/дв. ход) – это перемещение инструмента в направлении движения подачи за один оборот, либо двойной ход заготовки или инструмента.

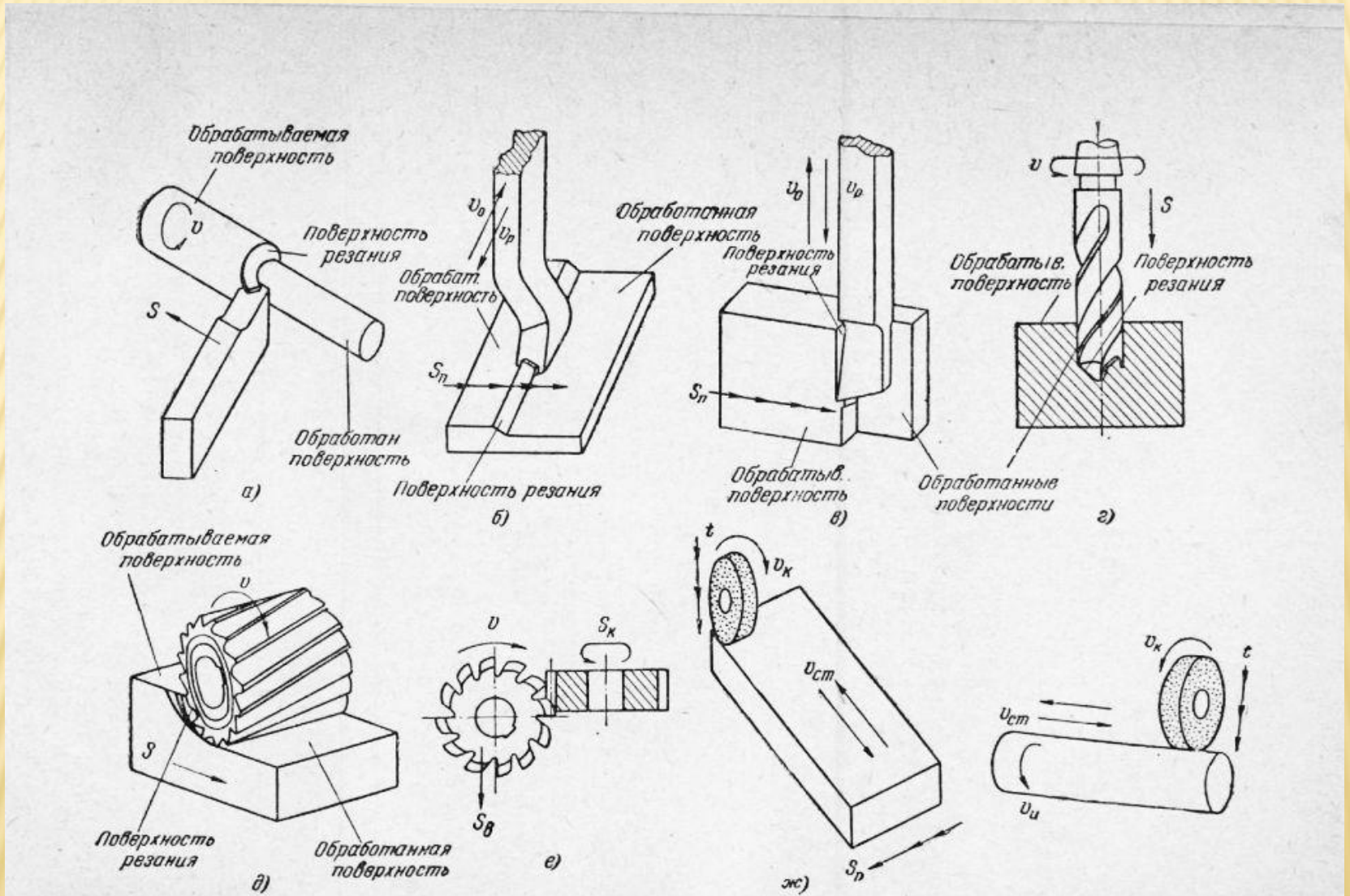
**Глубина резания  $t$**  (мм) – расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностью, измеренное перпендикулярно к последней, пройденное за один проход инструмента.

При обработке цилиндрической поверхности:

$$t = 0,5 \cdot (D_{\text{заг.}} - d), \text{ мм.}$$

Скорость главного движения резания  $V$ , подача  $S$  и глубина резания  $t$  характеризуют напряжённость процесса обработки и являются **параметрами режима резания**.

# Основные виды обработки металлов резанием



## Виды металлорежущего оборудования

Металлорежущие станки в зависимости от назначения подразделяются на девять основных групп:

**токарные** — все разновидности станков токарной группы (в маркировке обозначаются цифрой «1»);

**сверлильные и расточные** — станки для выполнения сверлильных операций и расточки (группа «2»);

**шлифовальные, полировальные, доводочные** — металлорежущие станки для выполнения доводочных, шлифовальных, заточных и полировальных технологических операций (группа «3»);

**комбинированные** — металлорежущие устройства специального назначения (группа «4»);

**резьбо- и зубообрабатывающие** — станки для обработки элементов резьбовых и зубчатых соединений (группа «5»);

**фрезерные** — станки для выполнения фрезерных работ (группа «6»);

**долбежные, строгальные и протяжные** — металлорежущие станки различных модификаций соответственно для строгания, долбежки и протяжки (группа «7»);

**разрезные** — оборудование для выполнения отрезных работ, в том числе пилы (группа «8»);

**разные** — примеры таких металлорежущих агрегатов — бесцентрово-обдирочные, пилонасекательные и другие (группа «9»).

**Точение** или обточка производится резцом на станках токарной группы. Заготовка, закрепленная на станке, получает **главное (вращательное) движение**, а резец в направлении, параллельном оси детали, совершает **продольную подачу**.

**Строгание** производится на поперечно-строгальных станках резцом; **главное движение (прямолинейное возвратно-поступательное)** осуществляет изогнутый строгальный резец, а **движение подачи** (прямолинейное, перпендикулярное главному движению, прерывистое) совершает заготовка.

Главное движение — движение резца — осуществляется при движении вперед (рабочий ход) со скоростью  $V_p$ , при обратном движении (холостой ход) — со скоростью  $V_x$ .

**Долбление** осуществляют на долбежных станках; **главное движение (прямолинейное возвратно-поступательное)** совершает долбежный резец, а **движение подачи** (прямолинейное, перпендикулярное главному движению, прерывистое) совершает заготовка.

**Сверление** производится на сверлильных станках; **главное движение (вращательное)** и **движение подачи** в осевом направлении осуществляет сверло.

**Фрезерование** производится на горизонтально-фрезерных станках. Здесь **главное (вращательное) движение** получает фреза; **движение подачи** в продольном направлении совершает заготовка.

**Зубофрезерование** осуществляют на зубофрезерных станках; **главное (вращательное) движение** совершает червячная фреза; **круговую подачу  $S_k$**  получает заготовка, а **вертикальную подачу  $S_e$**  — червячная фреза.

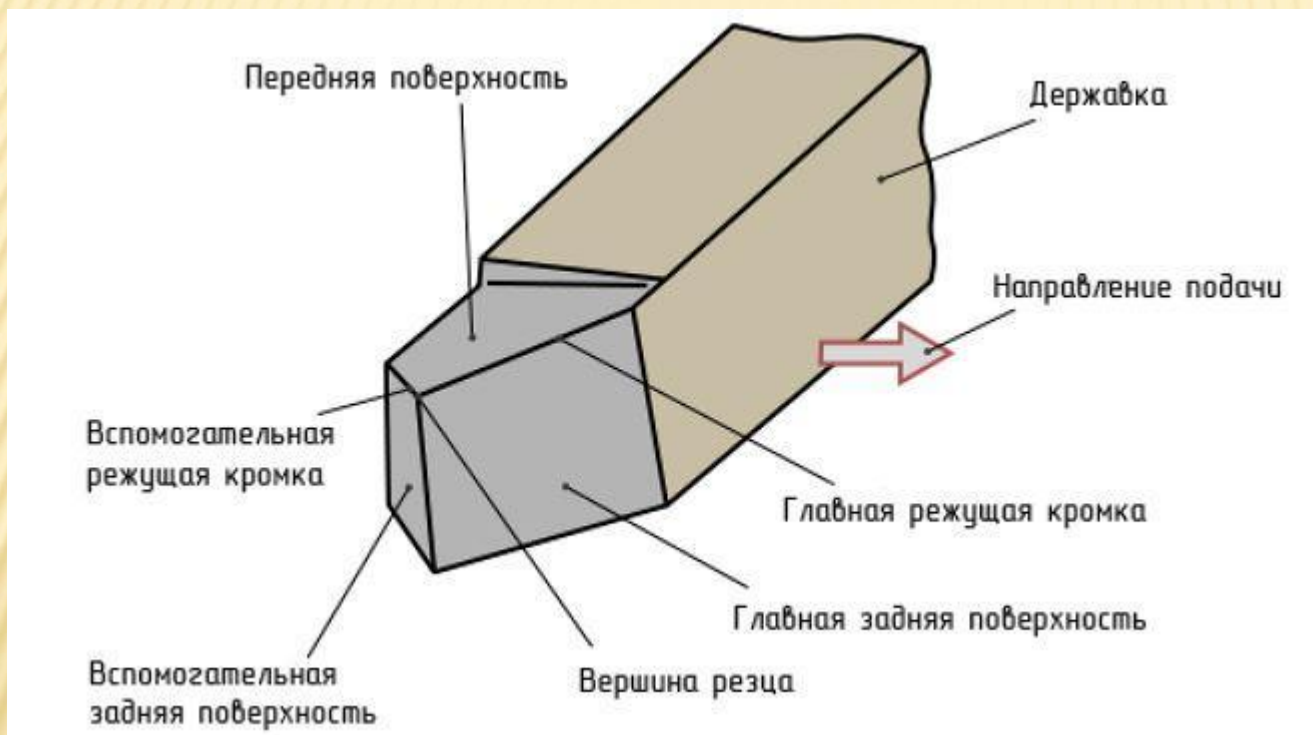
**Шлифование** производится на плоскошлифовальных станках; **главное (вращательное) движение** получает шлифовальный круг; **продольную подачу** (возвратно-поступательное движение) и **поперечную прерывистую подачу** совершает заготовка, вертикальную **прерывистую подачу** (установка на глубину резания  $t$ ) осуществляет шлифовальный круг.



*Обработка деталей на круглошлифовальных станках; главное (вращательное) движение совершает шлифовальный круг; продольная подача (возвратно-поступательное движение) и круговая подача осуществляются заготовкой, поперечную прерывистую подачу (установка на глубину резания  $t$ ) осуществляет шлифовальный круг.*

При всем многообразии конструкций режущих инструментов они имеют много общего, поэтому подробное изучение токарного резца позволяет ограничиться рассмотрением лишь специфических особенностей конструкции других инструментов.

# ГЕОМЕТРИЯ ИНСТРУМЕНТА

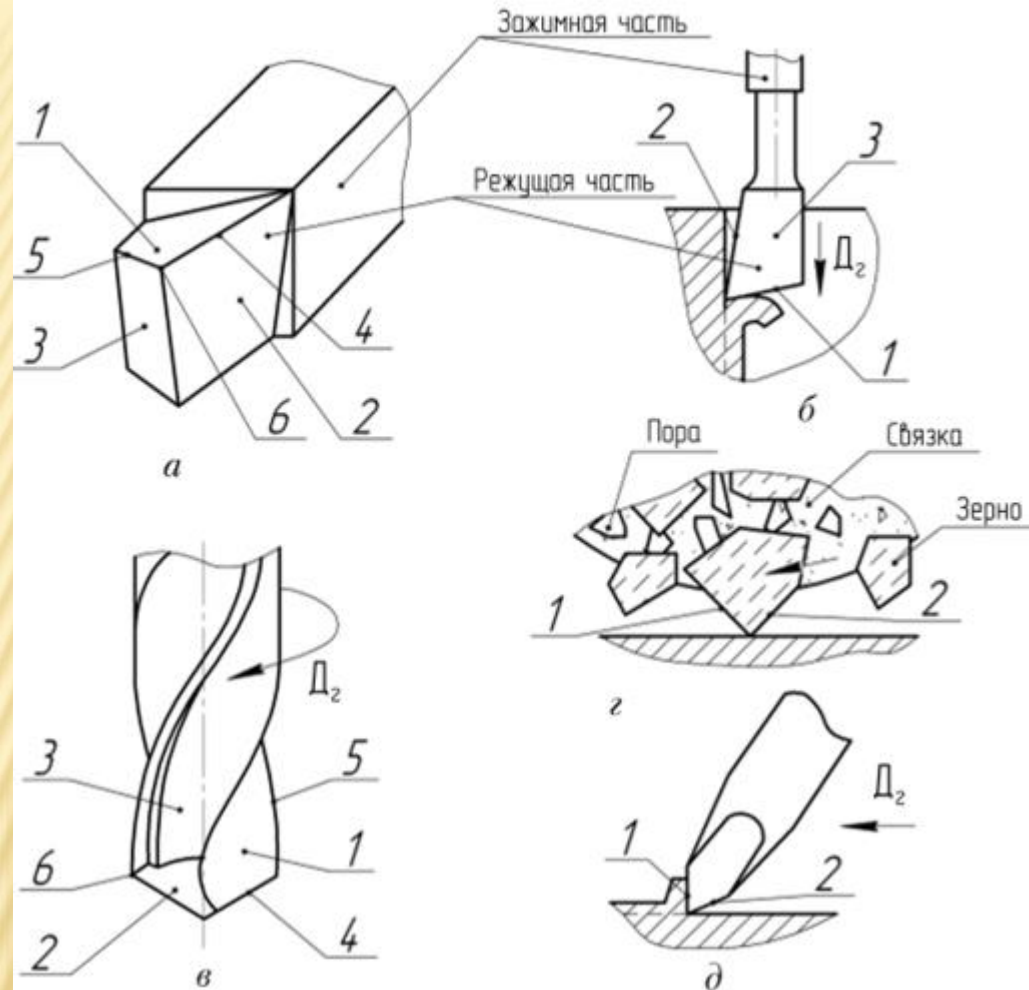


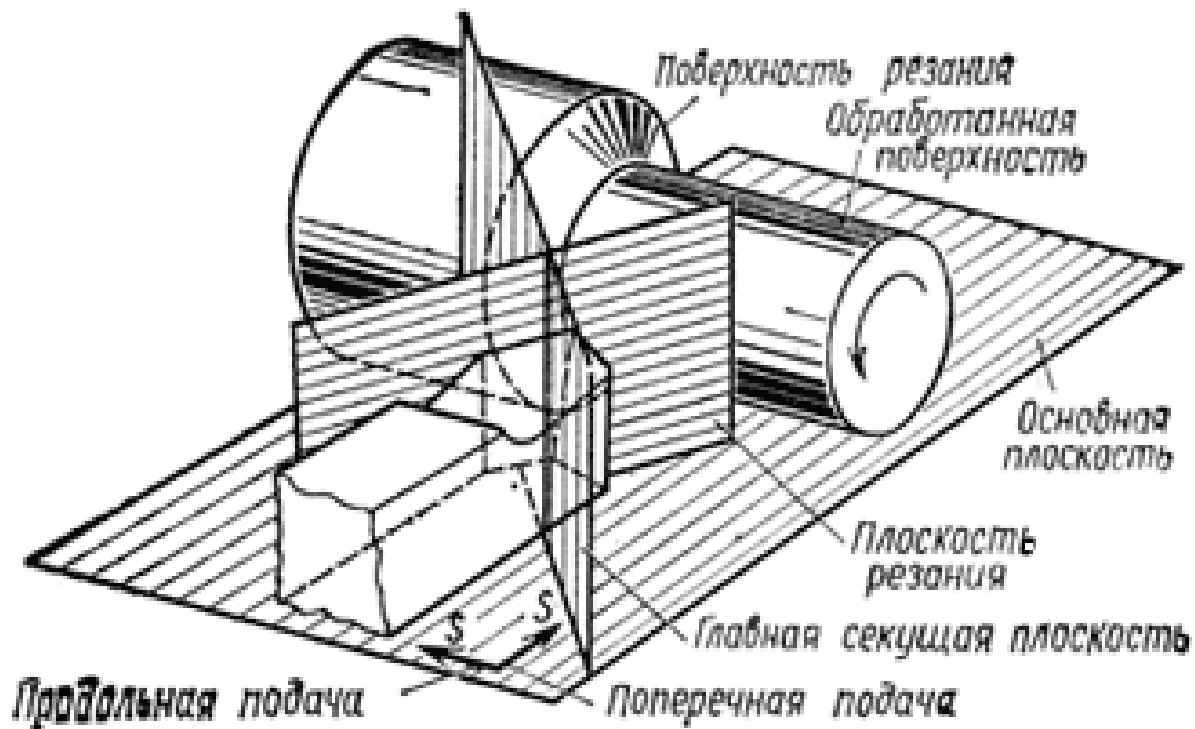
– *передняя поверхность*, по которой сходит стружка;  
– *главная задняя поверхность*, которая обращена к плоскости резания;

– *вспомогательная задняя поверхность*, которая обращена к обработанной поверхности

## Составные части и рабочие поверхности режущих инструментов

а — токарный проходной резец; б — долбежный резец;  
в — спиральное сверло;  
г — абразивный инструмент;  
д — строгальный резец;  
1 — передняя поверхность;  
2 — главная задняя поверхность;  
3 — вспомогательная задняя поверхность; 4 — главная режущая кромка;  
5 — вспомогательная режущая кромка; 6 — вершина;  $D_r$  — главное движение резания

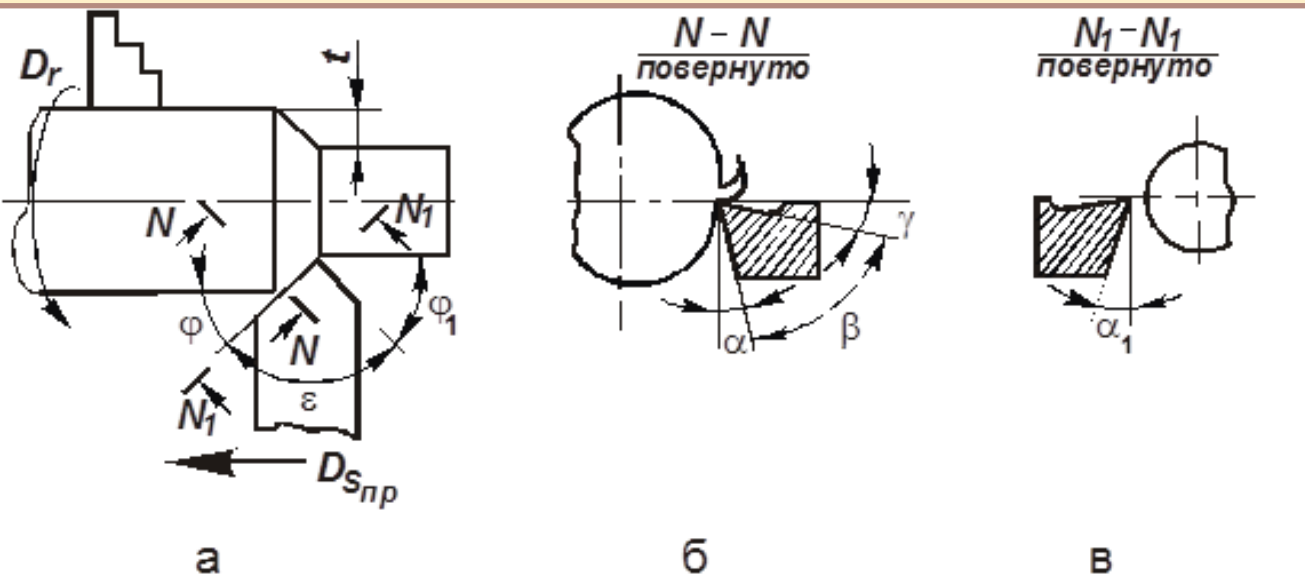




Расположение поверхностей режущей части инструмента регламентируется углами, для определения которых вводят координатные плоскости.

**Основная плоскость** – это плоскость, параллельная направлению продольной и поперечной подач и проходящая через вершину резца.

**Плоскость резания** проходит через главную режущую кромку перпендикулярно к основной плоскости.



Главные углы резца рассматриваются в **главной секущей плоскости** (рис.б), которая проходит перпендикулярно к проекции главной режущей кромки на основную плоскость

. **Передний угол  $\gamma$**  образуется передней поверхностью и нормалью к плоскости резания, а **главный задний угол  $\alpha$**  –главной задней поверхностью и поверхностью резания. **Угол заострения  $\beta$**  заключен между передней и задней поверхностями.

**Вспомогательный задний угол  $\alpha_1$**  измеряют во вспомогательной секущей плоскости (рис. в), перпендикулярной проекции вспомогательной режущей кромки на основную плоскость.

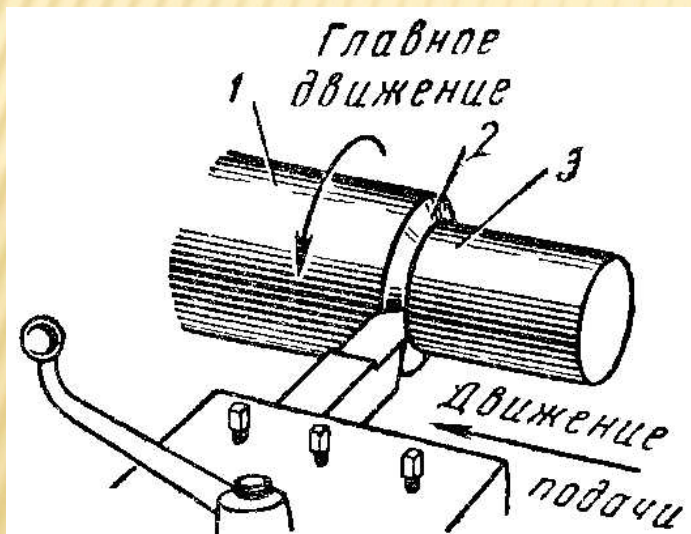
**Главный угол в плане  $\varphi$**  образуется проекцией главной режущей кромки на основную плоскость и направлением движения подачи, а **вспомогательный угол в плане  $\varphi_1$**  – проекцией вспомогательной режущей кромки на эту плоскость и направлением, противоположным движению подачи (рис. а).

**Угол в плане при вершине** резца  $\varepsilon$  измеряют между проекциями режущих кромок на основную плоскость.

Углы инструмента определяют остроту режущего клина, форму сечения срезаемого слоя и существенно влияют на процесс резания и стружкообразования.

# ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ

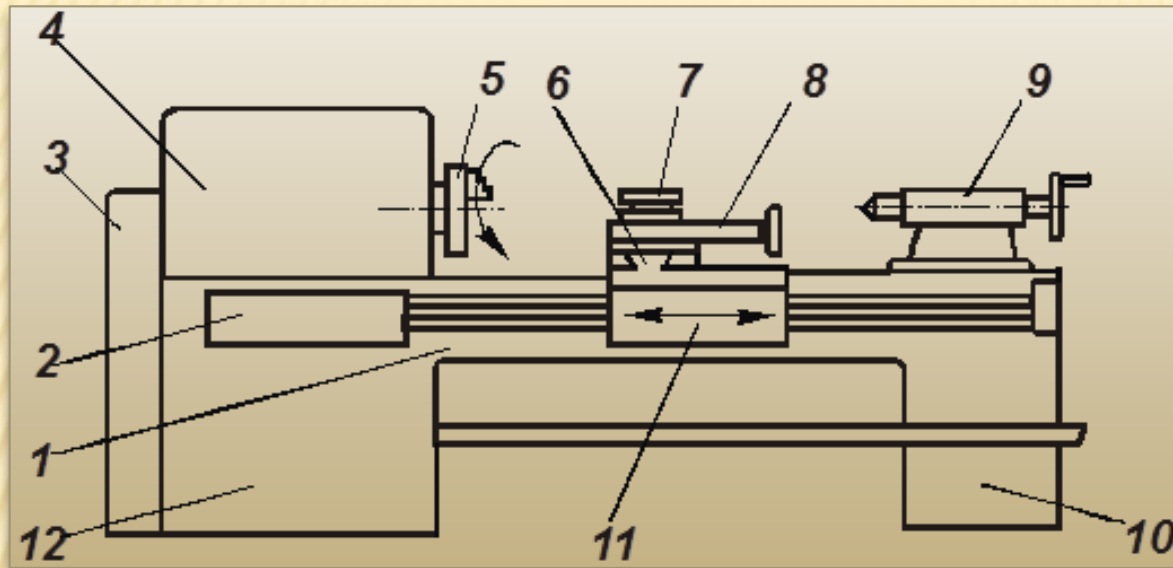
На станках токарной группы обрабатываются заготовки, совершающие *вращательное главное движение*. Инструмент непрерывно перемещается параллельно оси вращения заготовки (*продольная подача*) либо перпендикулярно к ней (*поперечная подача*).



- 1.— обрабатываемая поверхность,
- 2— поверхность резания,
- 3 — обработанная поверхность



# Общий вид токарно-винторезного станка



*Станина 1 с направляющими закреплена на тумбах, передней 12 и задней 10. В передней бабке 4 смонтирована коробка скоростей и шпиндель.*

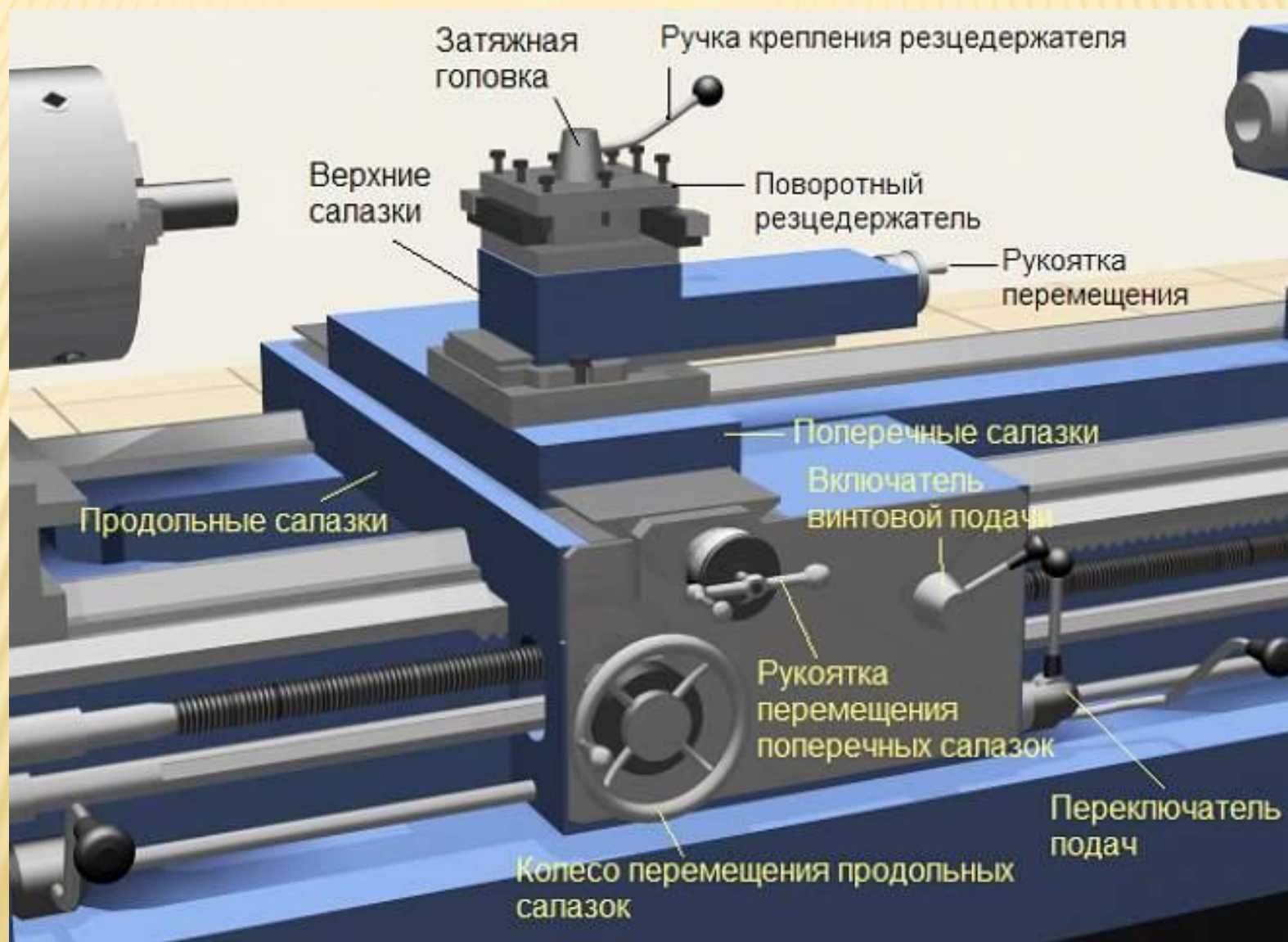
На шпинделе устанавливают приспособление для закрепления заготовок *трёхкулачковый самоцентрирующий патрон 5*. *Коробку подач 2* крепят к лицевой стороне станины. С левой стороны станины установлена коробка *сменных зубчатых колёс 3*. *Продольный суппорт 6* перемещается по направляющим станины, на нем смонтирована верхняя каретка с *поперечным суппортом 8*, на котором располагается *четырёхпозиционный резцедержатель 7*.



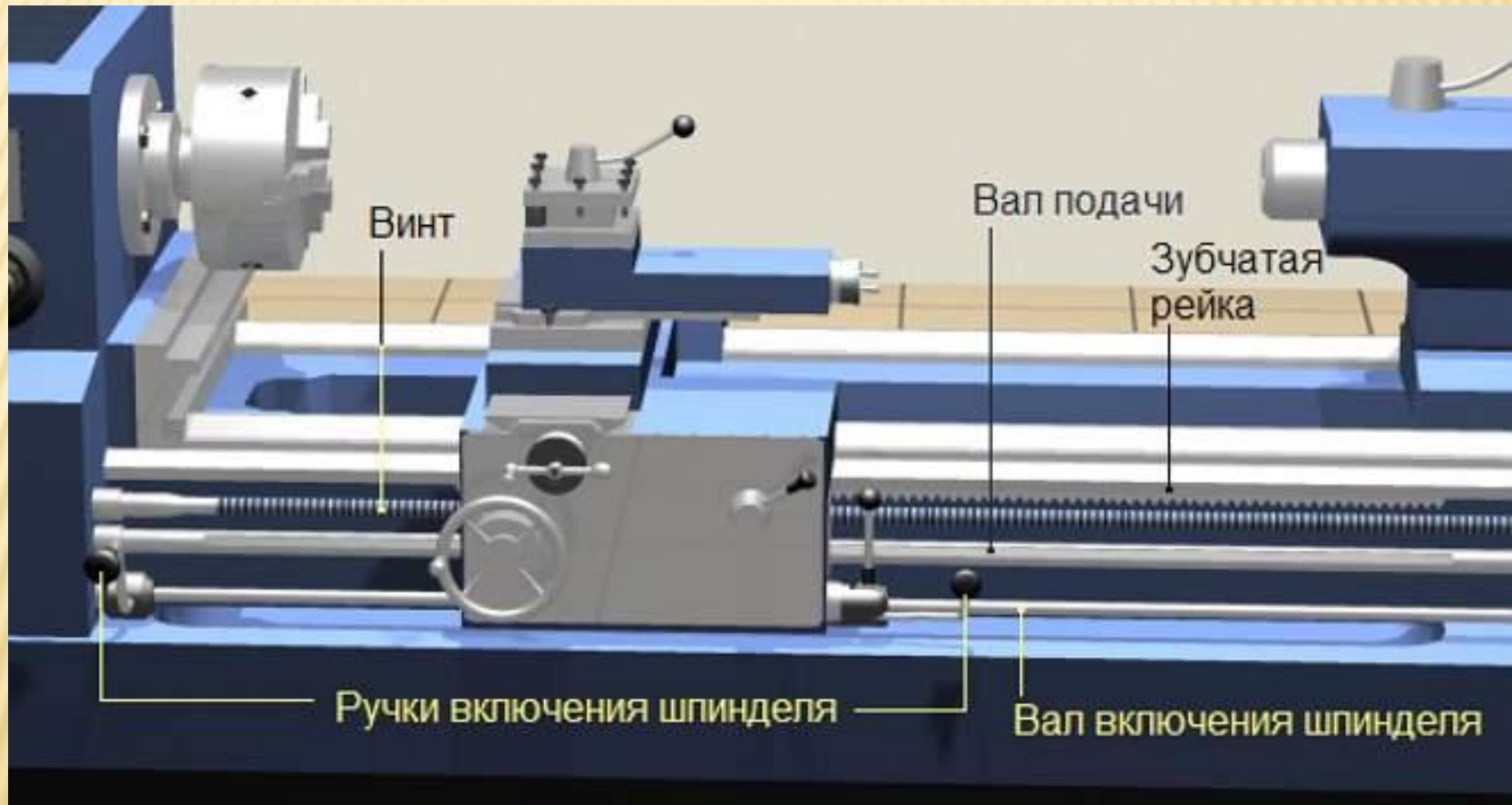


К продольному суппорту крепится *фартук 11*. В фартуке размещается механизм продольной и поперечной подачи, соединённый ходовым валом с *коробкой подач 2*. Механизм подач преобразует вращательное движение ходового винта в поступательное движение подачи, передающееся на *продольный суппорт 6* или *поперечный суппорт 8*. В пиноли *задней бабки 9* устанавливают задний центр или инструмент для обработки отверстий (сверла, зенкеры, развертки).

# Конструкция суппорта токарного станка



# Приводные валы станка

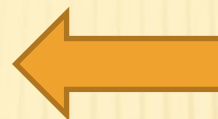


# Классификация токарного оборудования

- автоматические и полуавтоматические токарные агрегаты с одним шпинделем;
- многошпиндельные станки: автомат и полуавтомат;
- револьверные модели;
- станки отрезной группы;
- карусельные модели;
- лобовое и винторезное оборудование;
- многорезцовые и полировальные агрегаты;
- специализированные станки, которые могут быть обычными и автоматическими;
- устройства специального назначения.



Карусельный станок



Рабочие органы  
многошпиндельного  
станка





револьверные  
станки

Токарно-продольный автомат 1М10ДА



По степени точности обработки производятся следующие типы токарных станков:

особой точности — С;  
высокой точности — В;  
нормальной точности — Н;  
особо высокой точности — А;  
повышенной точности — П.

Начальную цифру «1», свидетельствующую, что это именно токарный станок; вторую цифру, указывающую на тип, к которому относится токарный агрегат; третью цифру (а в некоторых моделях и четвертую) — это самый основной параметр станка, который характеризует высоту его центров.



## марки станков

### 1) 1532Т

ОТВЕТ: 1-группа токарные  
5 - тип карусельные  
320 мм- основной параметр станка  
Т- модифицированный

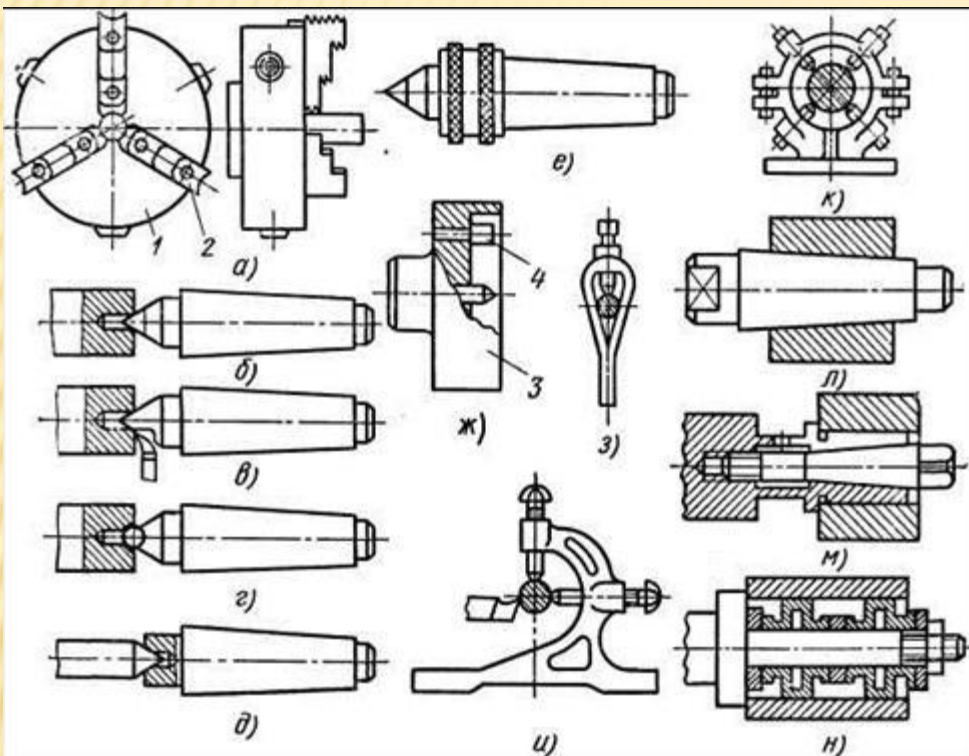
### 2) 16K20Т

ОТВЕТ: 1-группа токарные  
6 - тип токарные и лобовые  
200 мм- основной параметр станка  
Т- модифицированный

### 3) 1112

ОТВЕТ: 1-группа токарные  
1- тип автоматы и полуавтоматы  
120 мм- основной параметр станка

# Приспособления для закрепления заготовок на токарных станках



При обработке на токарно-винторезных станках широко применяют закрепление заготовки в трехкулачковом самоцентрирующемся патроне (рисунок а). Патрон состоит из корпуса 1 с тремя радиальными пазами, по которым перемещаются кулачки 2. Кулачки приводятся во вращение от конической зубчатой передачи, смонтированной в корпусе патрона.

Одно из конических колес на торце имеет торцовую резьбу (спираль Архимеда). Вращение конического зубчатого колеса преобразуется в поступательное равномерное движение кулачков, которые перемещаются к центру или от центра, что обеспечивает установку заготовки по оси патрона и ее одновременное закрепление тремя кулачками.



Длинные заготовки устанавливают в центрах, а для передачи крутящего момента от шпинделя к заготовке используют поводковый патрон (рис.ж) и хомутик (рис. з). Поводковый патрон представляет собой корпус 3, навинчиваемый на шпиндель станка, с торца которого запрессован цилиндрический палец 4. Хомутик закрепляют на заготовке болтом.

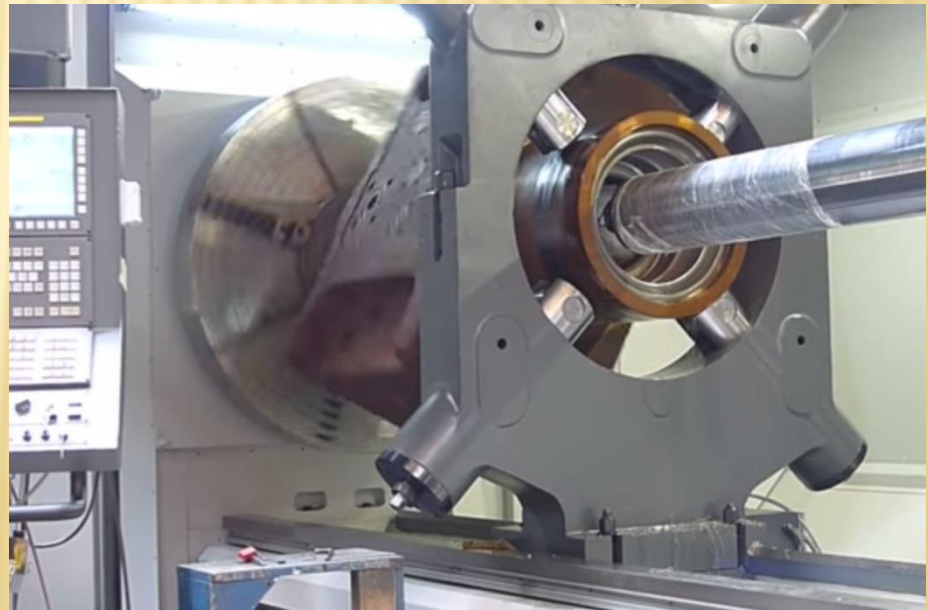
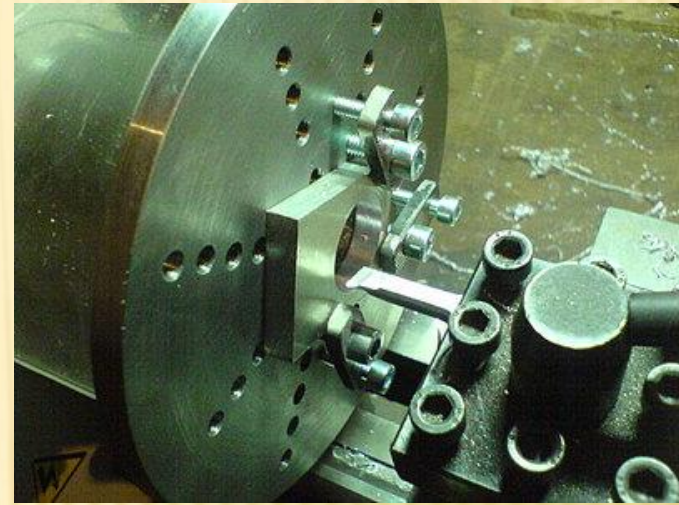
Для установки в центрах заготовку необходимо зацентрировать, т.е. сделать центровые отверстия с ее торцов.

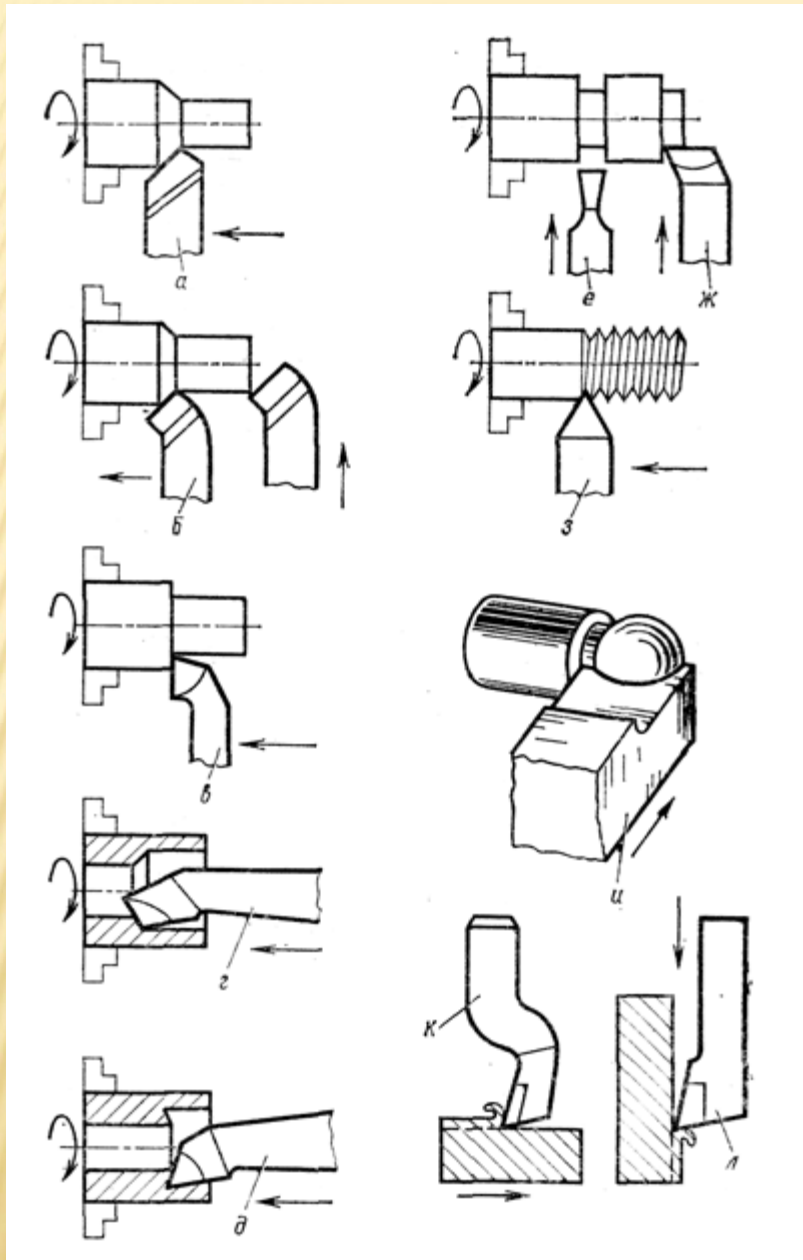
Центры бывают опорные (рис.б), срезанные (рис. в), шариковые (рис.г), обратные (рис.д) и вращающиеся (рис. е). Опорные центры делаются с твердосплавными наконечниками, повышающими их долговечность.

Срезанные центры применяют при подрезании торцов заготовки; шариковые центры – при обтачивании конических поверхностей заготовок способом сдвига задней бабки в поперечном направлении; обратные центры – при обработке заготовок небольших диаметров. В этом случае заготовку по краям обтачивают на конус, а центровые отверстия выполняют в обратном центре. Вращающиеся центры применяют при срезании слоя металла большого сечения или при обработке на больших скоростях резания.

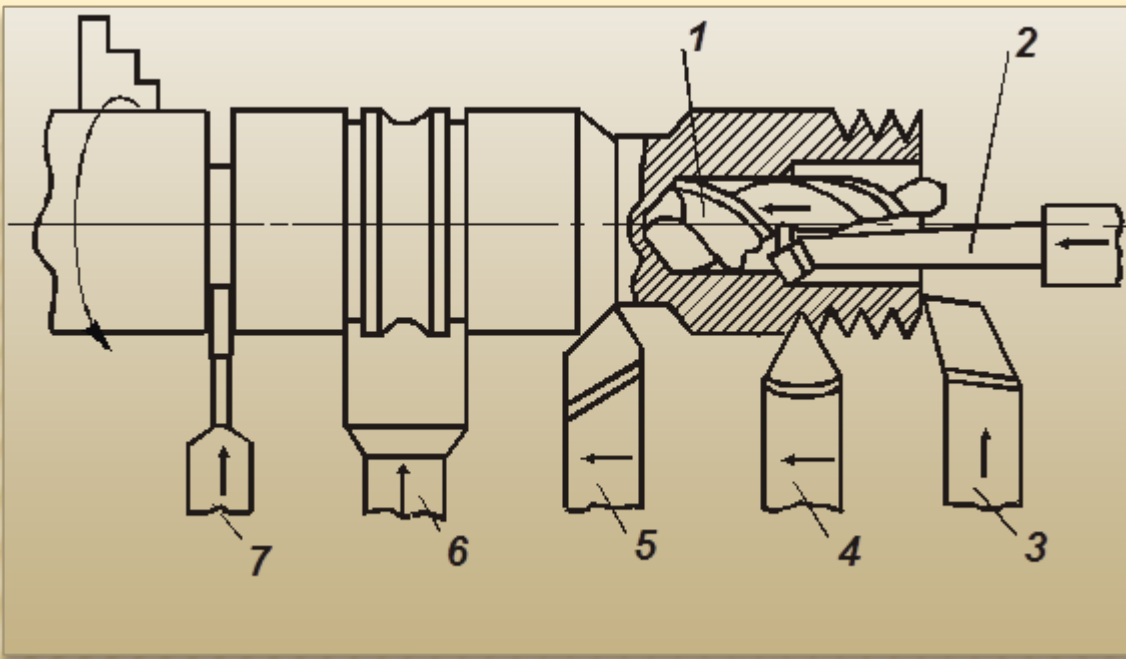
При обработке заготовку устанавливают в центах; для передачи на нее крутящего момента от шпинделя станка используют поводковый патрон и хомут, а для уменьшения деформации заготовки от сил резания дополнительно применяют люнеты. Подвижный (открытый) люнет (рис. и) устанавливают на продольном суппорте станка, неподвижный (закрытый) (рис.к) закрепляют на станине. Усилия резания воспринимаются опорами люнетов, что уменьшает деформацию заготовки.

Для обработки заготовок типа втулок, колец и стаканов применяют: конические оправки (рис. л), когда заготовка удерживается на оправке за счет силы трения на сопряженных поверхностях; цанговые оправки (рис. м) с разжимными упругими элементами – цангами; упругие оправки с гидропластмассой, гофрированными втулками (рис. н) и т.д.





**Типы резцов:** а - проходной прямой; б - проходной отогнутый; в - проходной упорный; г - расточной проходной; д - расточный упорный; е - отрезной резец; ж - подрезной резец; з - резьбовой резец; и - фасонный резец; к - строгальный резец; л - долбежный резец



На токарных станках выполняют следующие основные виды работ: **Обтачивание** – обработка наружных цилиндрических поверхностей – выполняется *проходными резцами 5*.

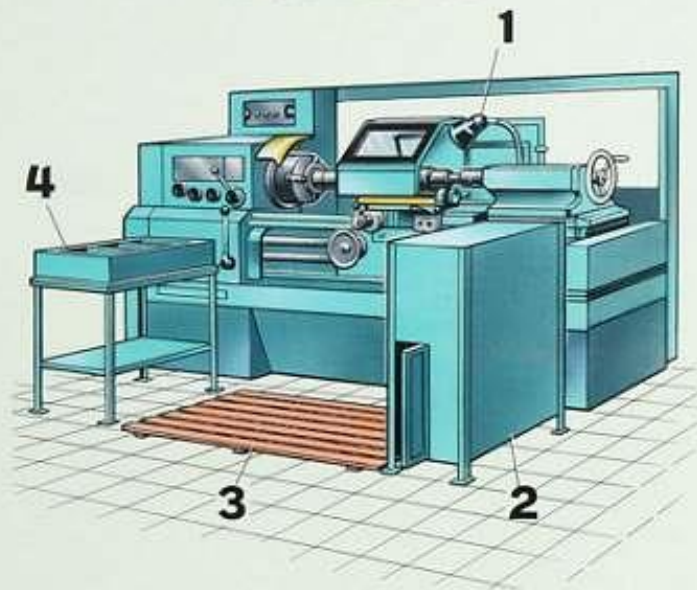
**Подрезание** торца выполняют *подрезными резцами 3*. **Отрезку** выполняют *отрезными резцами 7*. **Сверление, зенкерование и развёртывание** отверстий производят соответствующими инструментами (например, *сверлом 1*). **Растачивание** внутренних цилиндрических поверхностей выполняют *расточными резцами 2*. Фасонные поверхности обрабатывают *фасонными резцами 6*. **Нарезание резьбы** выполняют *резьбовыми резцами 4, плашками и метчиками*.

# Памятка по технике безопасности при работе на токарных станках



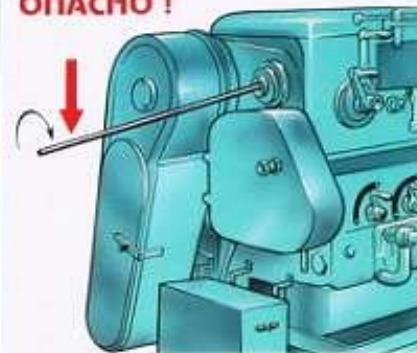
**ЗАЖАВ ДЕТАЛЬ, НЕ ЗАБУДЬТЕ  
ВЫНУТЬ КЛЮЧ ИЗ ПАТРОНА**

## РАБОЧЕЕ МЕСТО ТОКАРЯ



- 1 - Лампа местного освещения
- 2 - Инструментальная тумбочка
- 3 - Напольная решетка
- 4 - Тара для деталей

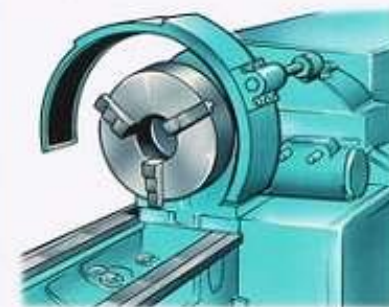
**ОПАСНО !**



**ПОСТАВЬТЕ ОГРАЖДЕНИЕ, ЕСЛИ  
ИЗ ШПИНДЕЛЯ ВЫСТУПАЕТ  
ДЛИННЫЙ КОНЕЦ ПРУТКА**

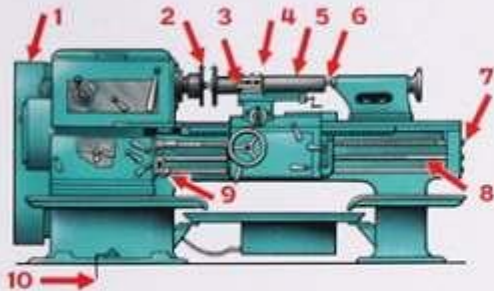


**ОБЯЗАТЕЛЬНО ОПУСКАЙТЕ  
ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЙ ЭКРАН**



**ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ РАБОТАТЬ  
С ВЫСТУПАЮЩИМИ КУЛАЧКАМИ  
ПАТРОНА УСТАНОВИТЕ  
ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЙ КОЖУХ**

### ОПАСНЫЕ ЗОНЫ СТАНКА



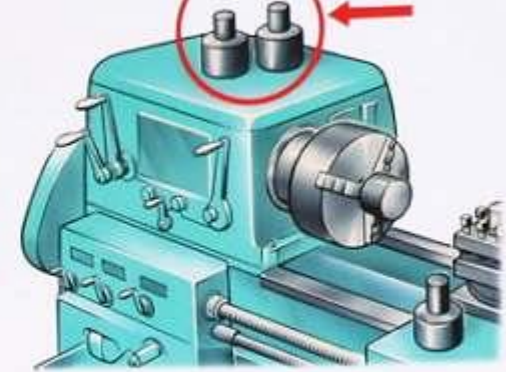
- |                             |                         |
|-----------------------------|-------------------------|
| 1 - Клиновременная передача | 6 - Плитуль             |
| 2 - Патрон                  | 7 - Сменная шестерня    |
| 3 - Резцедержатель          | 8 - Хвостовой вилт      |
| 4 - Суппорт                 | 9 - Улов                |
| 5 - Обрабатываемая деталь   | 10 - Заземлющая контакт |

### ВЫКЛЮЧАЙТЕ СТАНОК ПРИ СЛЕДУЮЩИХ ОПЕРАЦИЯХ :



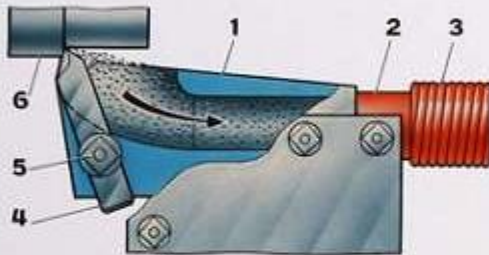
- установка и съем детали
- контроль размеров детали
- уборка стружки
- переключение скоростей

### ОПАСНО !



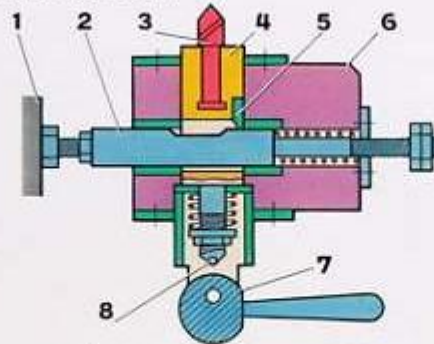
НЕ СКЛАДЫВАЙТЕ ДЕТАЛИ НА КОРБКЕ СКОРОСТЕЙ. УПАВШАЯ ОТ ВИБРАЦИИ ДЕТАЛЬ МОЖЕТ НАНЕСТИ ТРАВМУ

### ДЛЯ ОБРАБОТКИ ХРУПКИХ И ПЫЛЯЩИХ МАТЕРИАЛОВ ИСПОЛЬЗУЙТЕ РЕЗЕЦ - ПЫЛЕСТРУЖКОПРИЕМНИК



- 1 - полный корпус; 2 - патрубок;  
3 - гибкий металлический или резиновый рукав; 4 - резец;  
5 - крепежный винт; 6 - деталь

### ПРИ НАРЕЗАНИИ РЕЗЬБЫ ИСПОЛЬЗУЙТЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ОТВОДА РЕЗЦА



- 1 - упор; 2 - копиярный валик; 3 - резец;  
4 - резцедержатель; 5 - шуп; 6 - корпус;  
7 - эксцентрик; 8 - шарик

### ПРИ ОБРАБОТКЕ ВЯЗКИХ МАТЕРИАЛОВ ИСПОЛЬЗУЙТЕ РЕЗЕЦ СО СТРУЖКОДРОБЯШЕЙ КАНАВКОЙ



Зоны устойчивого дробления и завивания стружки (окрашены желтым)

Марка стали	Скорость резания, м/мин
ХВГ	50 - 190
40Х	50 - 190
20Х	92 - 250
ШХ15	128 - 364

Глубина резания, мм	Глубина резания, мм				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
0,1					
0,2					
0,3					
0,4					

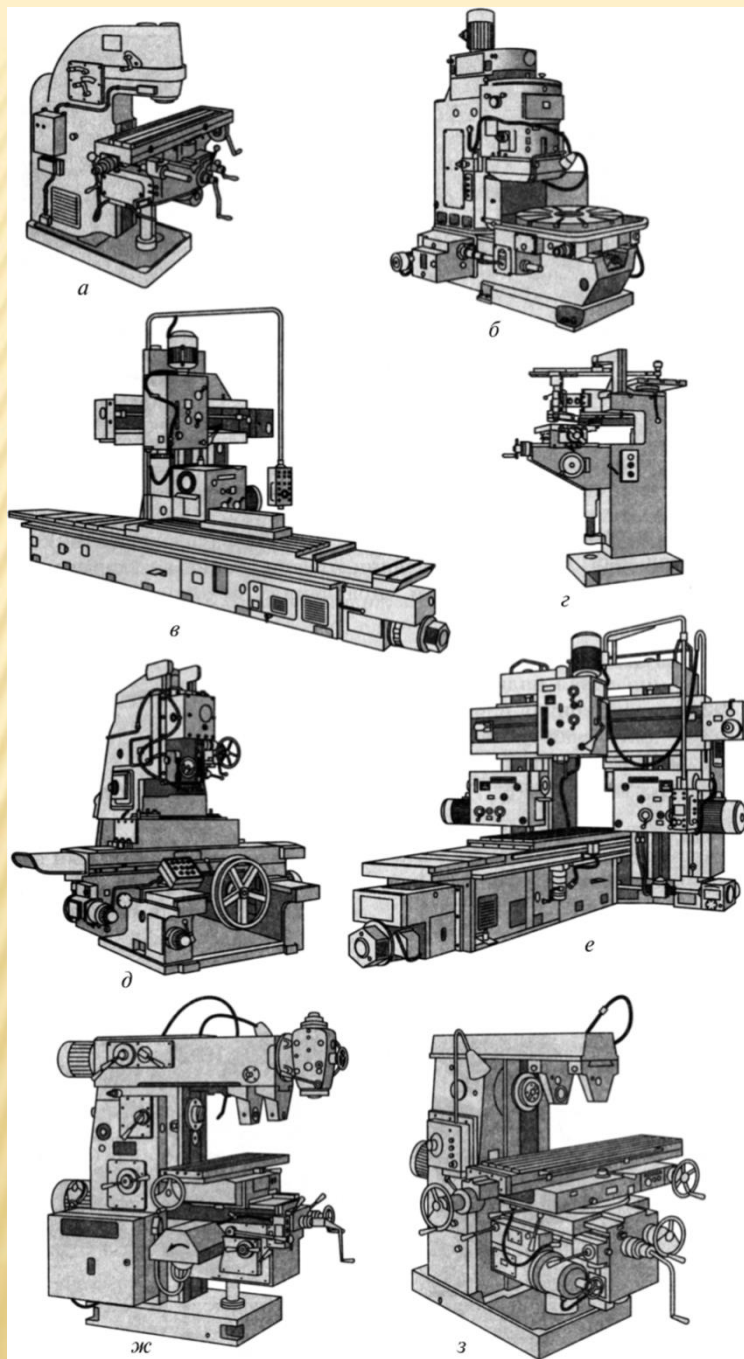
ЗАХВАТ ОДЕЖДЫ ЧАСТЯМИ СТАНКА - 20% ТРАВМ  
35% - ПОРЕЗЫ РУК И НОГ СЛИВНОЙ СТРУЖКОЙ

# Фрезерование

*Фрезерование* – это способ формообразования деталей многолезвийным режущим инструментом – фрезой. Способ характеризуется вращательным главным движением инструмента и поступательным движением подачи заготовки. Наиболее распространены горизонтально-фрезерные и вертикально-фрезерные станки, которые подразделяются в зависимости от положения оси вращения шпинделя.







## *Основные типы фрезерных станков:*

а — вертикальный консольный;

б — непрерывного действия карусельно-фрезерный;

в — продольно-фрезерный одностоечный; г — копировально-фрезерный гравировальный;

д — вертикальный бесконсольный с крестовым столом;

е — продольно-фрезерный двухстоечный;

ж — широкоуниверсальный консольно-фрезерный;

з — горизонтально-фрезерный консольный

Фрезерные станки разделяют на две основные группы: *общего назначения* и *специализированные*. К **первой группе** относят станки консольные, бесконсольные, продольно-фрезерные и непрерывного фрезерования (карусельные и барабанные). Во **вторую группу** входят копировально-фрезерные, зубофрезерные, резьбофрезерные, шпоночно-фрезерные, шлицефрезерные и др.

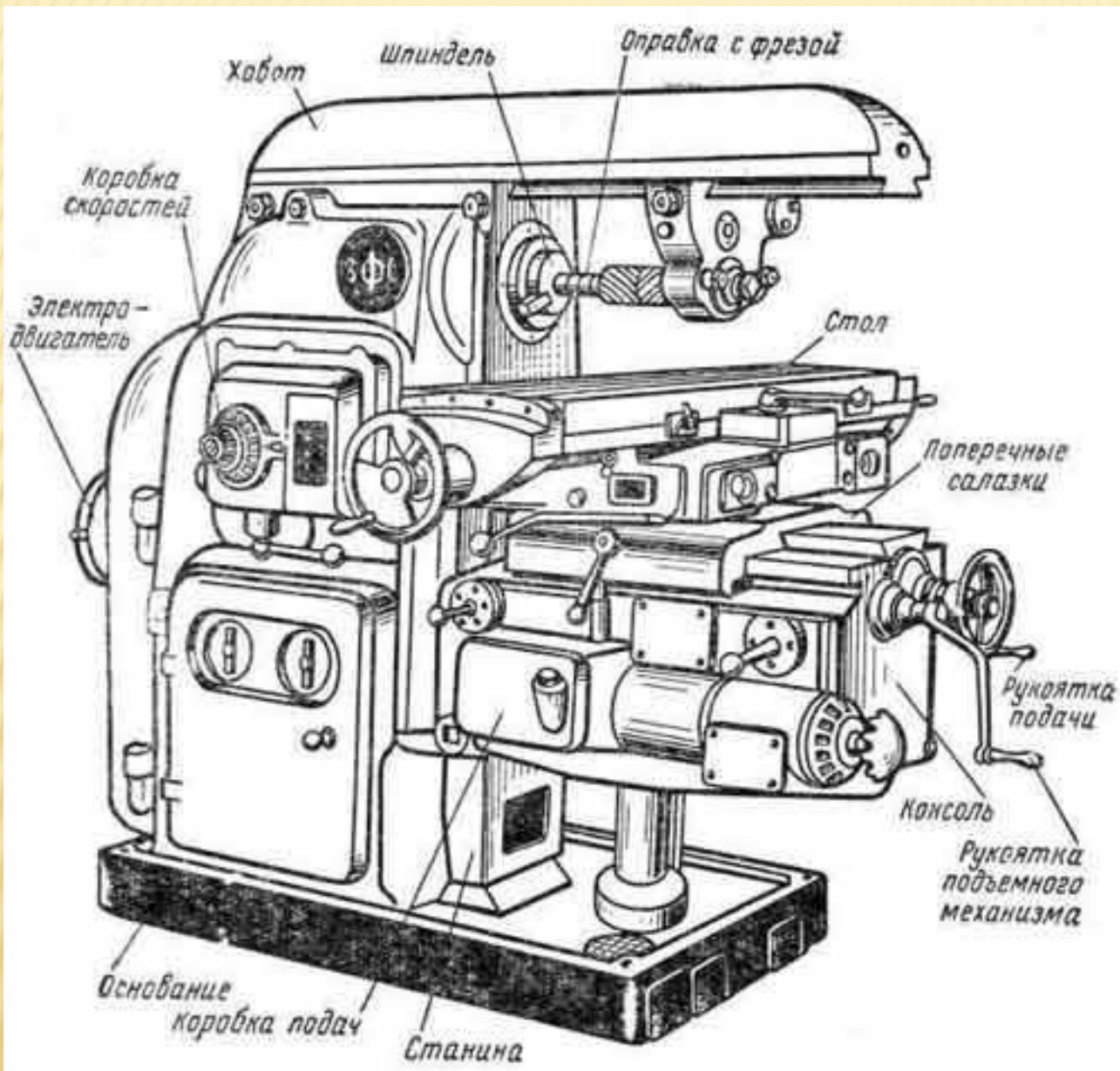
По классификации фрезерные станки относят к шестой группе, но часть входит и в пятую группу — зубои резьбообрабатывающих станков. Каждый станок имеет свой шифр, состоящий из цифр и букв: первая цифра обозначает группу станка, вторая — его тип: 1 — консольные вертикально-фрезерные; 2 — непрерывного действия; 3 — одностоечные продольно-фрезерные; 4 — копировальные и гравировальные; 5 — вертикальные бесконсольные (с крестовым столом); 6 — продольно-фрезерные; 7 — широкоуниверсальные; 8 — консольные, горизонтальные; 9 — разные. Третья и четвертая цифры обозначают один из характерных размеров станка



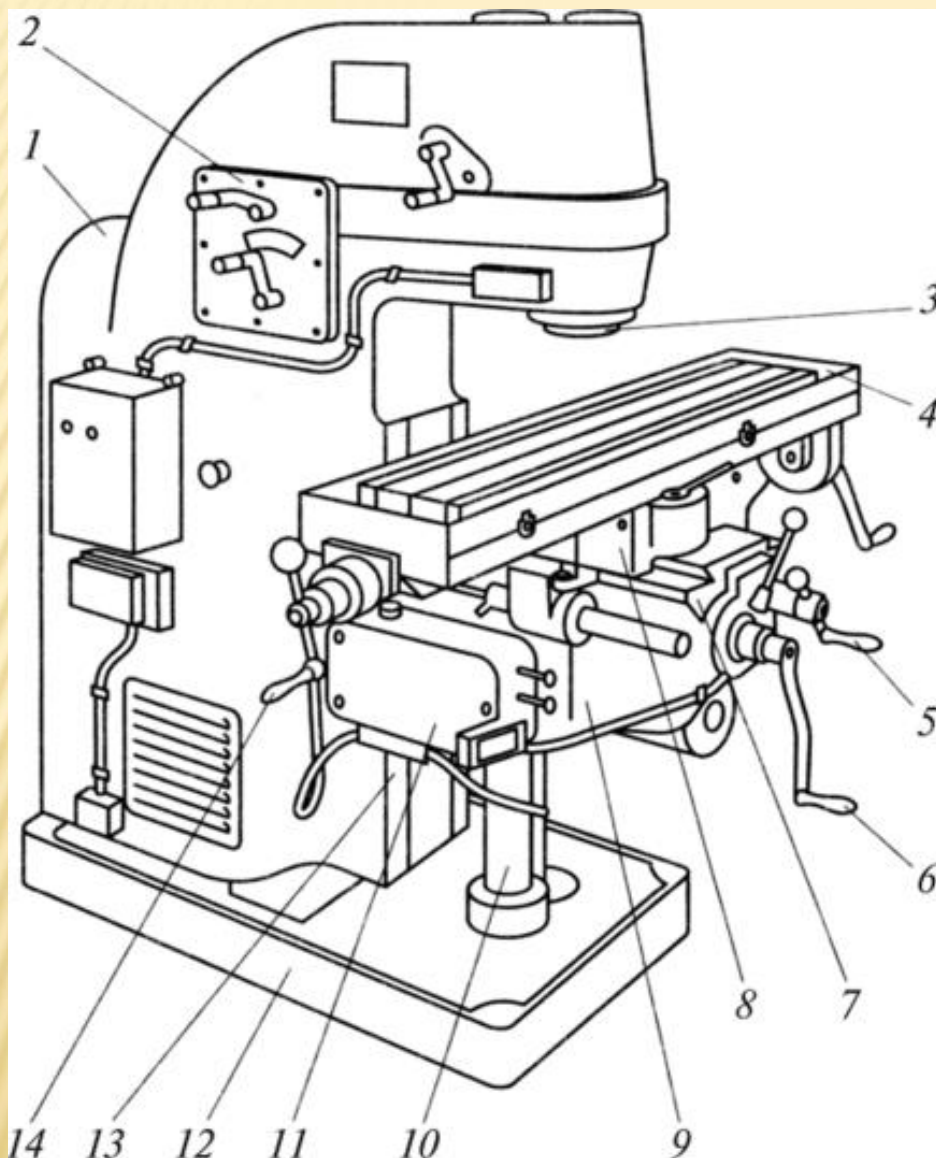
6P82Г — станок  
горизонтально-фрезерный,



Широкоуниверсальный  
консольно-фрезерный станок  
6P82Ш

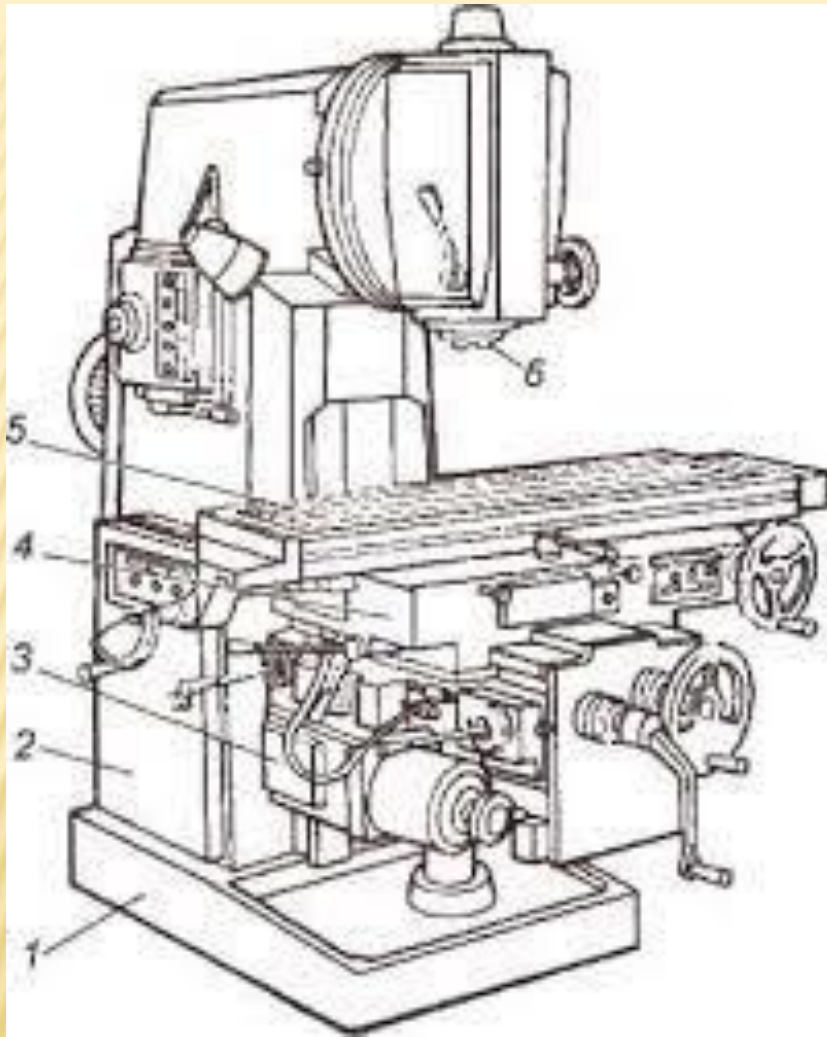


## Горизонтально-фрезерные станки



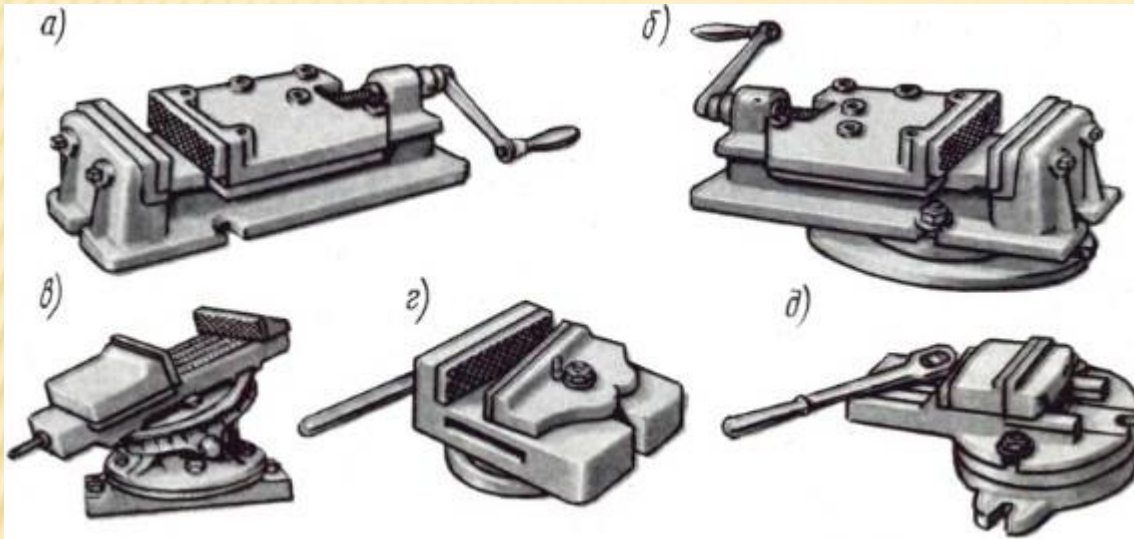
## ***Вертикально-фрезерный консольный станок:***

1 — станина; 2 — коробка скоростей; 3 — шпиндель; 4 — стол; 5, 6, 14 — рукоятки; 7, 13 — поперечные и вертикальные направляющие соответственно; 8 — салазки; 9 — консоль; 10 — колонка; 11 — коробка подач; 12 — фундаментная плита



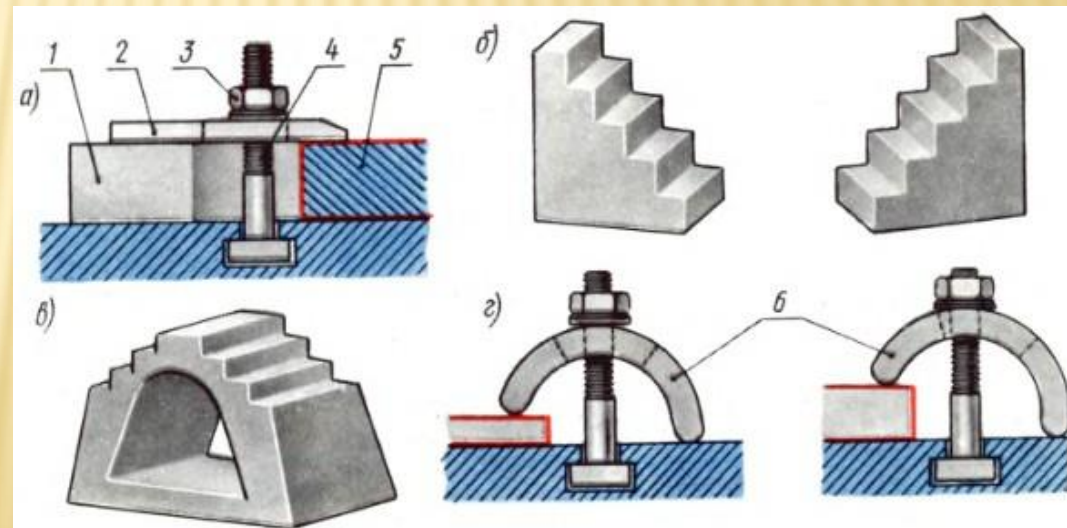
***Вертикально-фрезерные*** станки имеют поворотную шпиндельную головку, которая может поворачиваться в вертикальной плоскости для обработки наклонных плоскостей с поперечной подачей. В качестве примера ниже рассмотрено устройство консольного вертикально-фрезерного станка мод. 6Р13Ф3. Основными узлами станка являются: основание 1, станина 2, консоль 3, стол 5 с салазками 4 и шпиндельная головка со шпинделем 6, шайба.

Для закрепления заготовок на фрезерных станках применяют машинные тиски, прихваты, угольники, призмы.



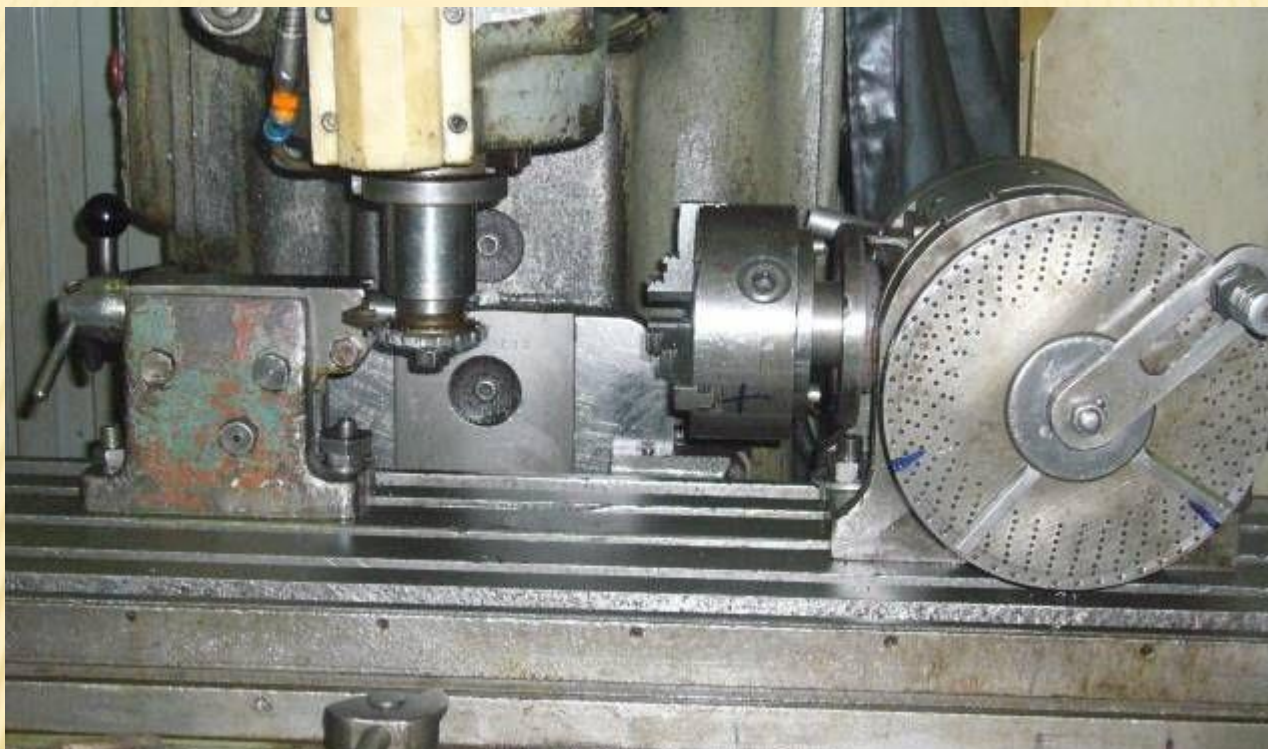
*Машинные тиски по конструкции подразделяют на простые, поворотные и универсальные*

Закрепление заготовки 5 на столе станка плиточным прихватом 2, который опирается на заготовку 5, и подкладку 1. Головка болта 4 заводится в Т-образный паз стола через отверстие прихвата.

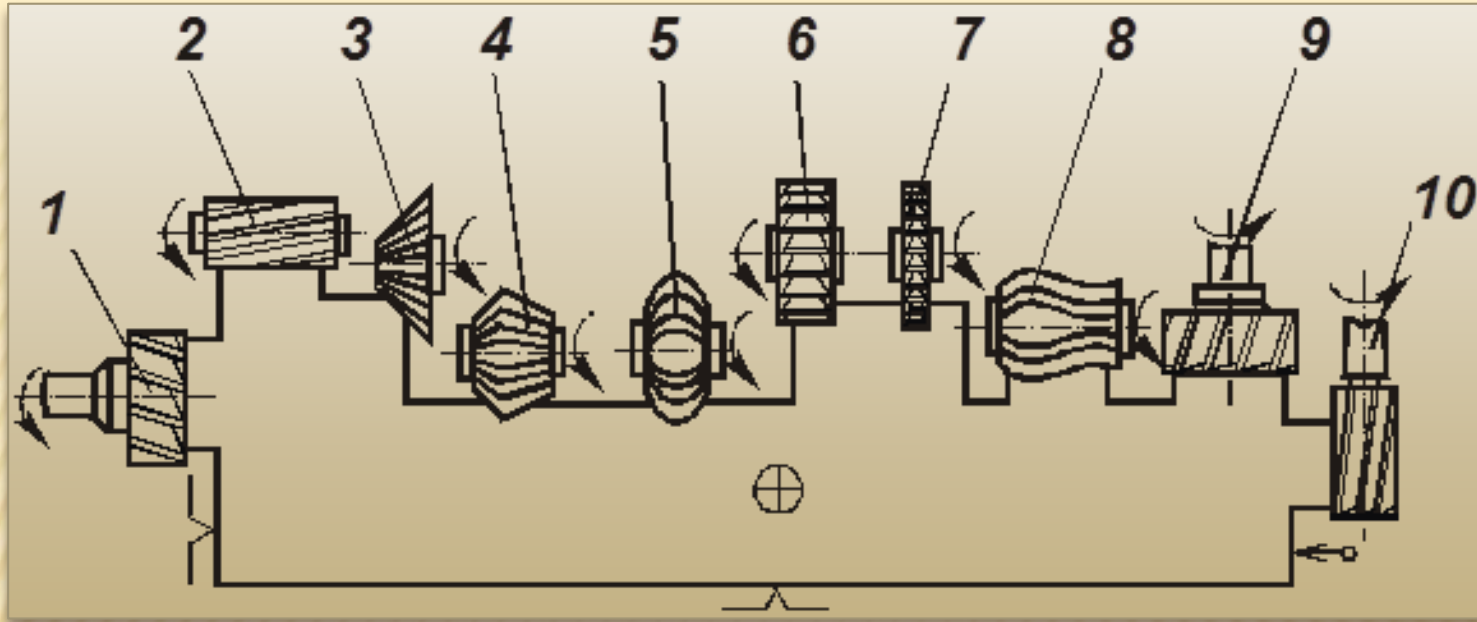


Основным отличием *поворотных тисков* (рис. б) от *простых* (рис. а) является то, что верхняя часть тисков вместе с обрабатываемой заготовкой может быть повернута на требуемый угол. *Универсальные тиски* (рис. в) могут поворачиваться не только в горизонтальной плоскости, но и в вертикальной. Их применяют при фрезеровании плоскостей, расположенных под углом к горизонтальной плоскости. Применяют также тиски, у которых *подвижная губка* может поворачиваться вокруг вертикальной оси (рис. г). Такими тисками можно пользоваться без применения специальных подкладок при обработке деталей с наклонными опорными поверхностями. *Тиски с эксцентриковым зажимом* (рис. д) применяют для быстрого и надежного закрепления сравнительно небольших заготовок.





Важной принадлежностью фрезерных станков являются *делительные головки*, которые служат для периодического поворота заготовок на требуемый угол или для непрерывного их вращения при фрезеровании винтовых канавок



На **горизонтально-фрезерных станках** выполняют следующие работы: горизонтальные плоскости фрезеруют *цилиндрическими фрезами 2*. Вертикальные плоскости обрабатывают *торцевыми фрезами 1*. Наклонные плоскости и скосы фрезеруют *одноугловыми фрезами 3*. Угловые и фасонные пазы выполняют *двухугловыми 4* и *фасонными 5 дисковыми фрезами*. Уступы и прямоугольные пазы фрезеруют *дисковыми фрезами 6* и *7*. Фасонные поверхности с криволинейной образующей и прямолинейной направляющей обрабатывают *фасонными фрезами 8*. Аналогичные работы выполняют на **вертикально-фрезерных станках** *торцевыми 9* и *концевыми 10* фрезами различных конструкций.

**Строганием** называют метод обработки заготовок при прямолинейном возвратно-поступательном движении инструмента или заготовки. Прерывистое движение подачи на каждый двойной ход имеет стол с заготовкой или резец.

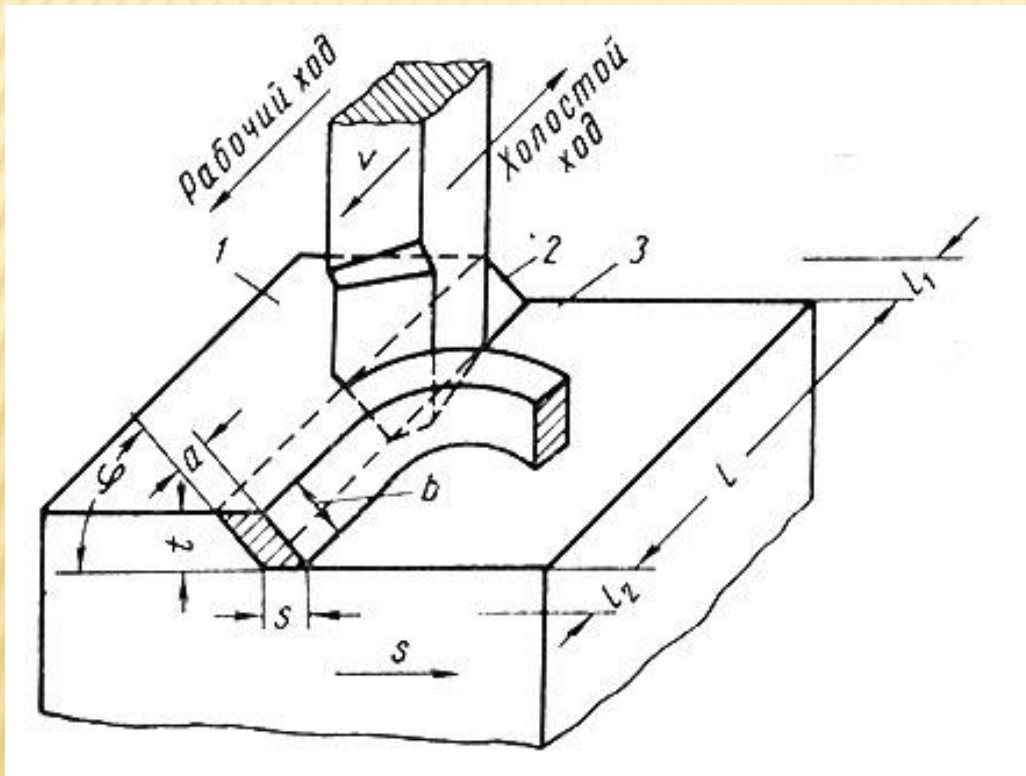


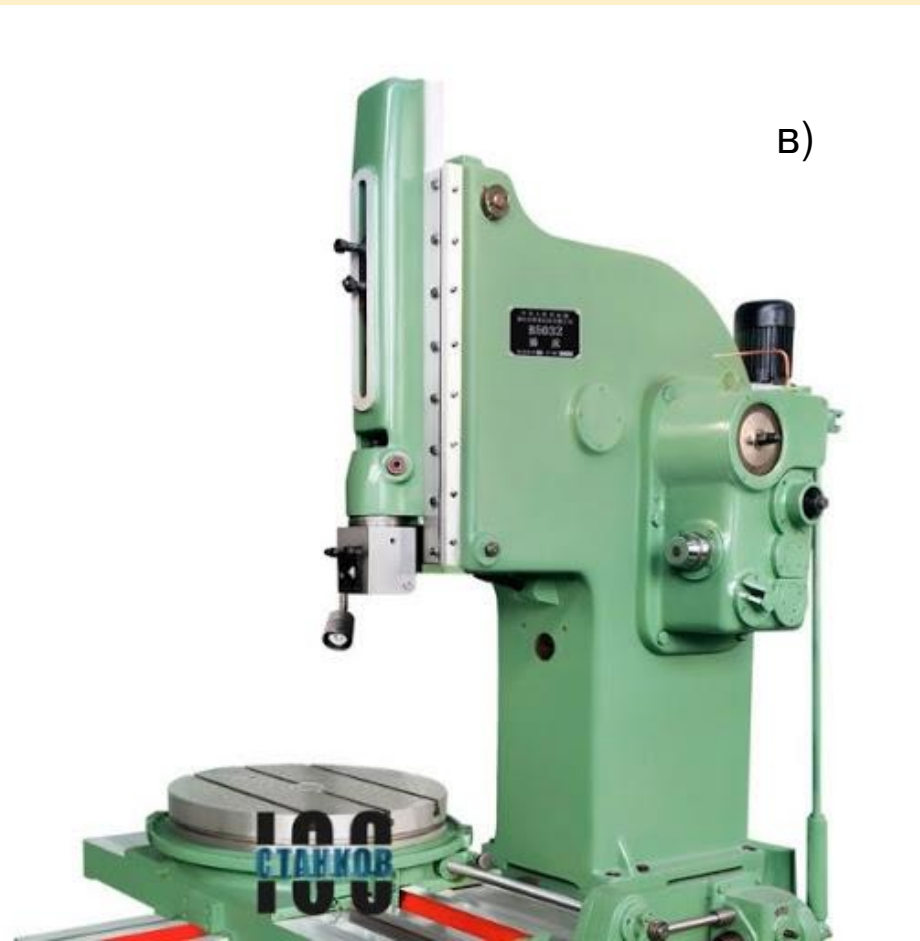
Схема процесса  
строгания:

- 1 - обрабатываемая поверхность;
- 2 - поверхность резания;
- 3 - обработанная поверхность

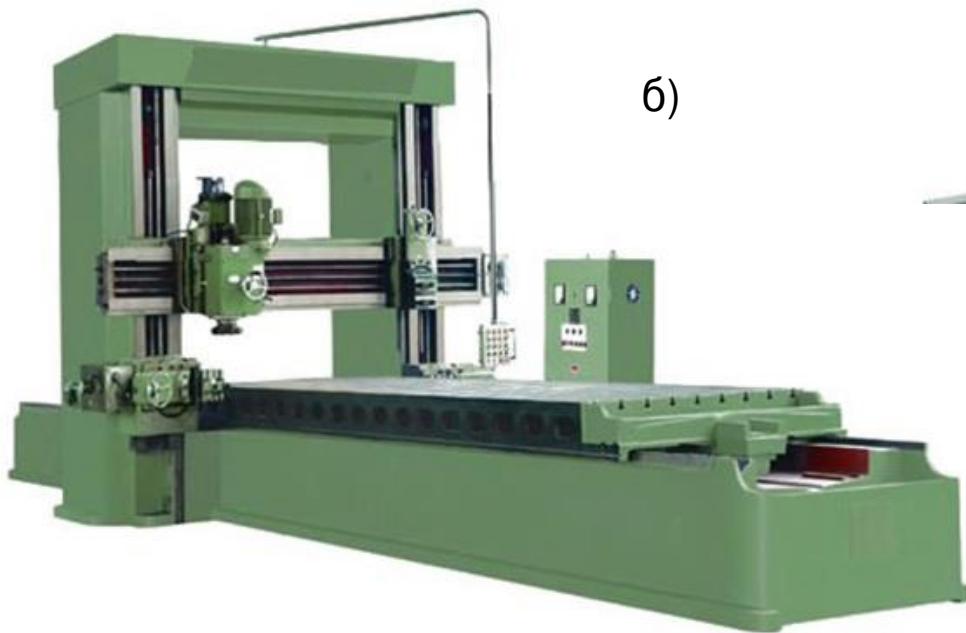
**Строгальный станок** предназначен для обработки плоских и фасонных линейчатых поверхностей. Они делятся на **поперечно-строгальные** станки, **продольно-строгальные** станки и **долбежные**. Первый используется для изготовления мелких и средних деталей, а второй - для изготовления крупных деталей или одновременного строгания нескольких средних деталей. Долбежные машины используются для обработки шпоночных пазов, канавок и фасонных поверхностей небольшой длины. Станок имеет рабочий ход во время процесса резки и обратный ход, когда инструмент возвращается в исходное положение



a)

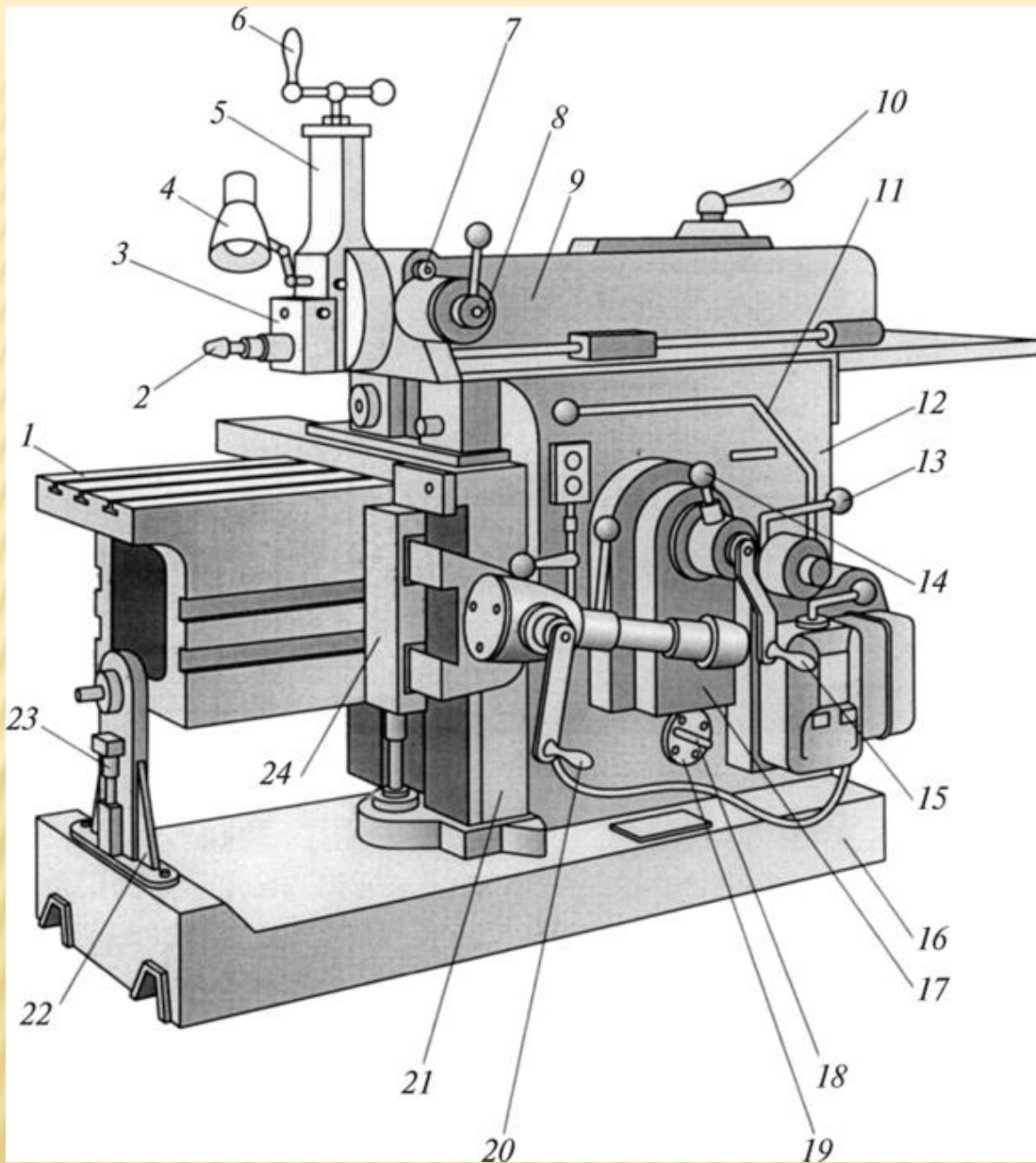


в)



б)

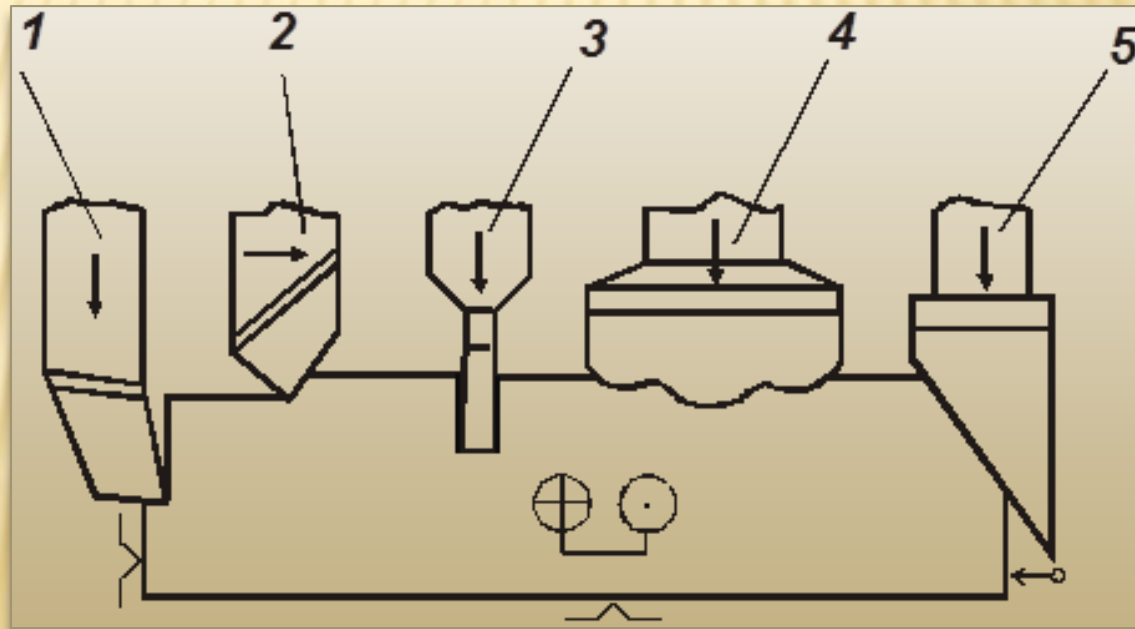
а) поперечно-  
строгальные станки,  
б) продольно-  
строгальные станки и  
в) долбежные.



1 — стол; 2 — резцедержатель;  
 3 — откидная доска; 4 — лампа  
 местного освещения; 5 — суппорт;  
 6 — рукоятка перемещения  
 салазок суппорта; 7 — хвостовик  
 закрепления суппорта; 8 —  
 механизм автоматической  
 вертикальной подачи суппорта;  
 9 — ползун; 10 — рукоятка зажима  
 ползуна; 11 — рукоятка управления  
 фрикционной муфтой главного  
 привода; 12 — станина;  
 13 — рукоятка изменения скорости  
 ползуна; 14 — рукоятка установки  
 величины механической подачи  
 стола; 15 — рукоятка установки  
 длины хода ползуна;  
 16 — фундаментная плита;  
 17 — коробка подач;  
 18 — рукоятка очистки фильтра;

19 — система централизованной подачи смазки; 20 — рукоятка горизонтального  
 перемещения стола; 21 — поперечина; 22 — стойка; 23 — упор стойки стола; 24 —  
 салазки

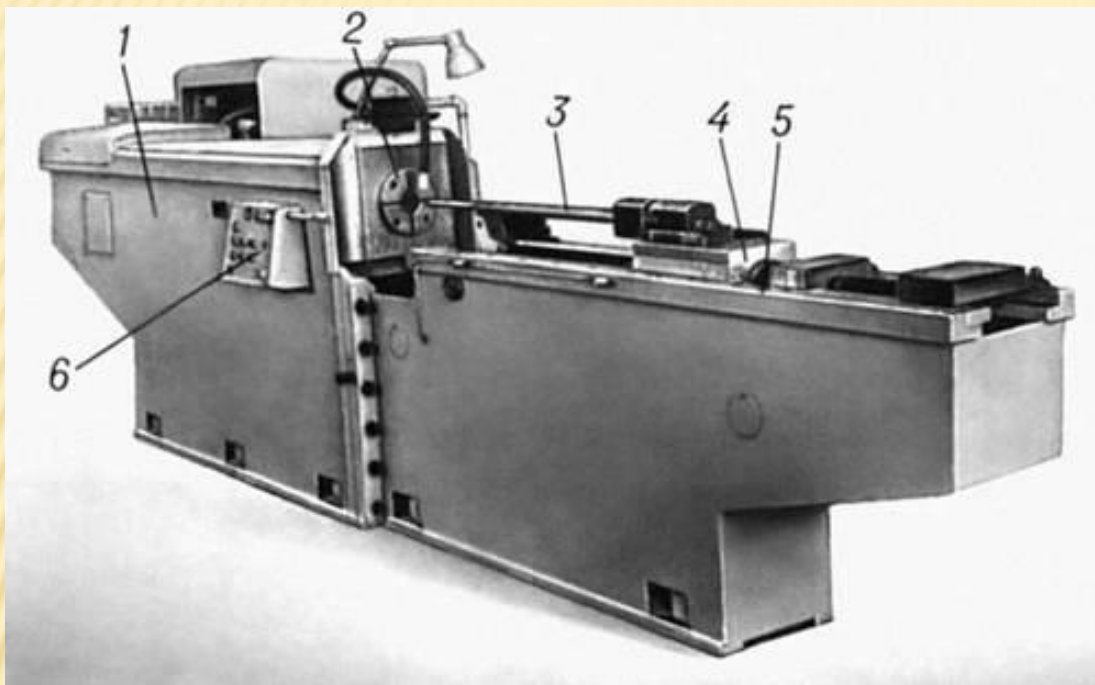
Для продольно-строгальных станков характерно главное возвратно-поступательное прямолинейное движение стола. Как правило, станки имеют несколько суппортов, которые совершают прерывистое поперечное перемещение – подачу. Эти станки предназначены для обработки крупногабаритных деталей. В качестве режущего инструмента при строгании применяют строгальные резцы. Чтобы уменьшить заклинивание резца при резании, стержень строгальных резцов рекомендуется делать изогнутым.



На строгальных станках выполняют следующие основные работы. Горизонтальные плоскости обрабатывают *проходными строгальными резцами* 2. Вертикальные плоскости строгают *подрезными строгальными резцами* 1.

Прорезку пазов или отрезку выполняют *прорезными (отрезными) резцами* 3. Фасонные пазы и поверхности строгают широкими (лопаточными) *фасонными резцами* 4, либо используя многорезцовую державку, в которой закрепляют сразу несколько строгальных резцов. Скосы и наклонные плоскости обрабатывают *широкими резцами* 5 или подрезными строгальными резцами с поворотом суппорта на угол наклона плоскости.

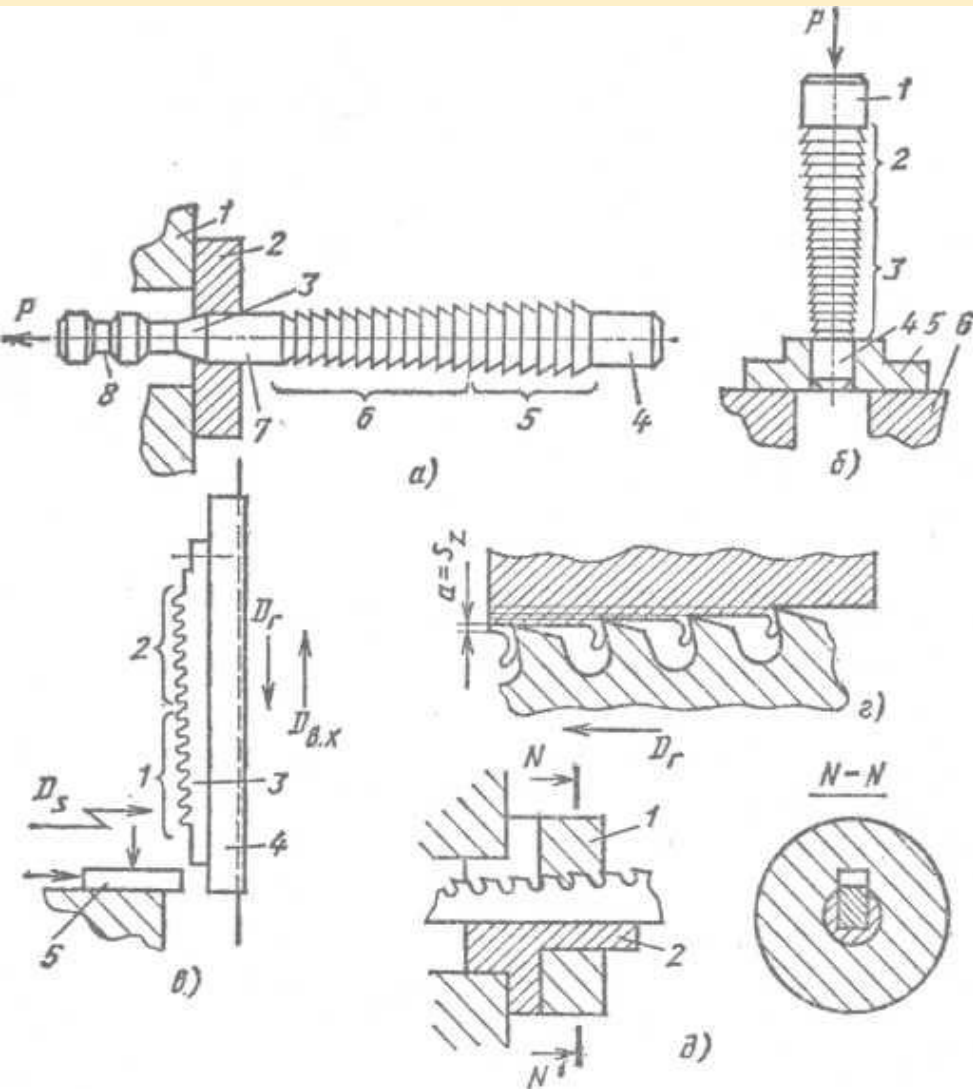




**Горизонтальный  
протяжной станок** для  
внутреннего  
протягивания:

- 1 — станина;
- 2 — патрон для зажима  
детали; 3 — протяжка;
- 4 — каретка;
- 5 — направляющие;
- 6 — пульт управления.





, Схемы обработки:

а – на горизонтально-протяжном станке;

б – на прошивном станке; в – на

вертикально-протяжном станке;

г – срезание припуска при протягивании;

д – шпоночного паза

При внутреннем свободном притягивании (а)заготовки 2, имеющие предварительно обработанное отверстие, базируют торцовой поверхностью на опорной плите 1 протяжного станка. Внутренняя протяжка имеет следующие составные части: хвостовик с замковой частью 8, переходной конус 3; переднюю направляющую 7 (для направления протяжки в начале ее работы по предварительно обработанному отверстию); режущую часть 6, которая срезает основной припуск; калибрующую часть 5, элементы которой калибруют отверстие, снимая очень малый припуск и обеспечивая малую шероховатость, а также большую точность профиля; заднюю направляющую часть 4, которая необходима для предотвращения провисания протяжки,.

Прошивку ( б) устанавливают передней направляющей 4 в отверстие заготовки 5, установленной на опорной плите 6 прошивочного станка. Прошивка имеет режущую 3 и калибрующую 2 части, а также заднюю направляющую 1.

Прошивки чаще всего применяют для калибрования внутренних отверстий высокой точности. Иногда последние секции прошивки или протяжки выполняют полукруглыми для развальцовки – сглаживания шероховатости и придания поверхности высоких эксплуатационных свойств.

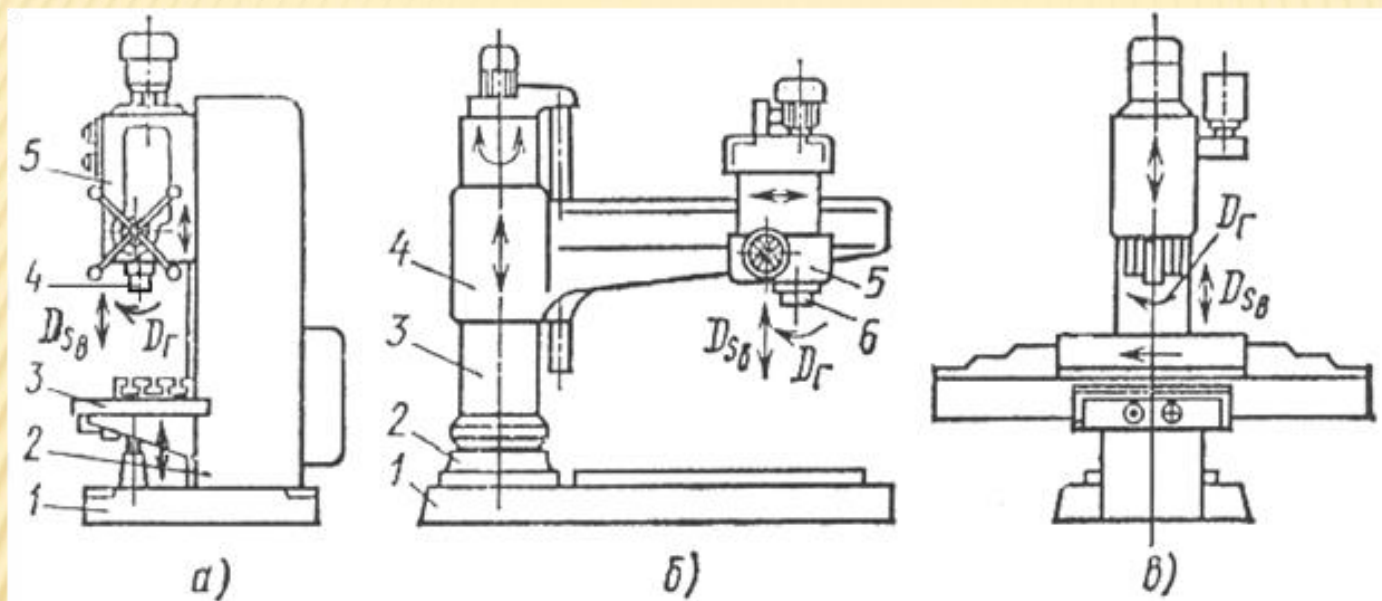
Особенности протяжек, осуществляющих протягивание наружных поверхностей, заключаются в том, что они не имеют ни передних, ни задних направляющих. Наружная протяжка 3 (в), жестко закрепленная на каретке 4 протяжного станка, имеет также режущую 1 и калибрующую 2 части. Заготовка 5, жестко закрепленная на столе станка. Схема срезания припуска при протягивании приведена на рис.г. На рис. д показана схема протягивания шпоночного паза заготовки 1, установленной на оправке 2.

# *Обработка заготовок на сверлильных и расточных станках*

Основное назначение *сверлильных станков* - обработка отверстий в заготовках. Сверлением получают сквозные и несквозные (глухие) отверстия в сплошном материале и обрабатывают предварительно полученные отверстия в целях увеличения их размеров, повышения точности и снижения шероховатости поверхности.



# Типы сверлильных станков



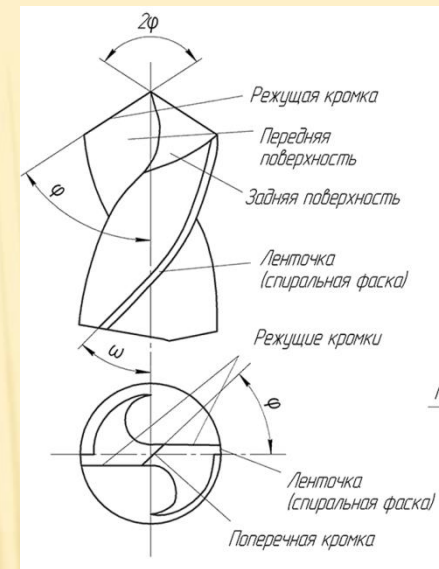
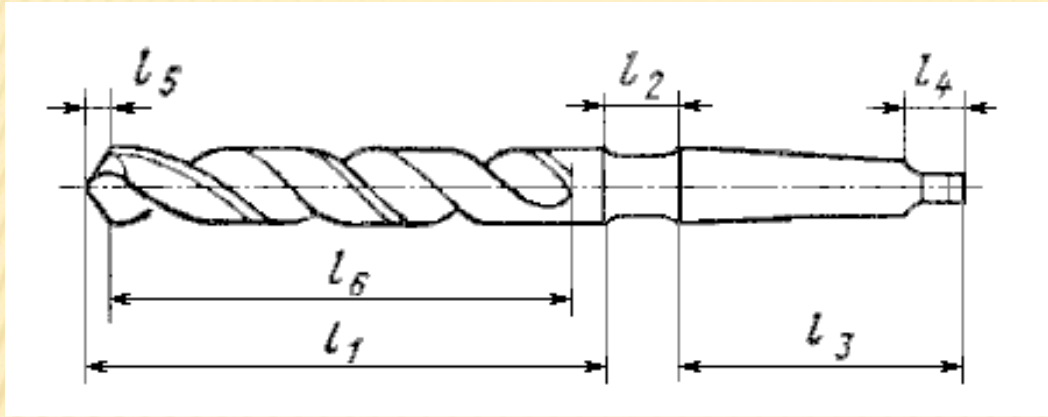
Конструкции сверлильных станков различных типов имеют много общего. На фундаментной плите 1 вертикально-сверлильного станка смонтирована колонна 2. На ее вертикальных направляющих устанавливают и закрепляют стол 3, на котором помещают заготовку. Инструмент закрепляют в шпинделе 4. В сверлильной головке 5, смонтированной на колонне, размещают коробки скоростей и подач

**Вертикально-сверлильные станки (а)** предназначены для обработки заготовок небольших размеров, максимальный диаметр сверления - 100 мм. Широкая универсальность и возможность автоматизации способствует их использованию во всех отраслях промышленности. На горизонтально-сверлильных станках получают глубокие отверстия специальными сверлами.

**Радиально-сверлильные станки (б)** используются для обработки отверстий в крупногабаритных заготовках. Эти станки универсальные их применяют в единичном и мелкосерийном производстве.

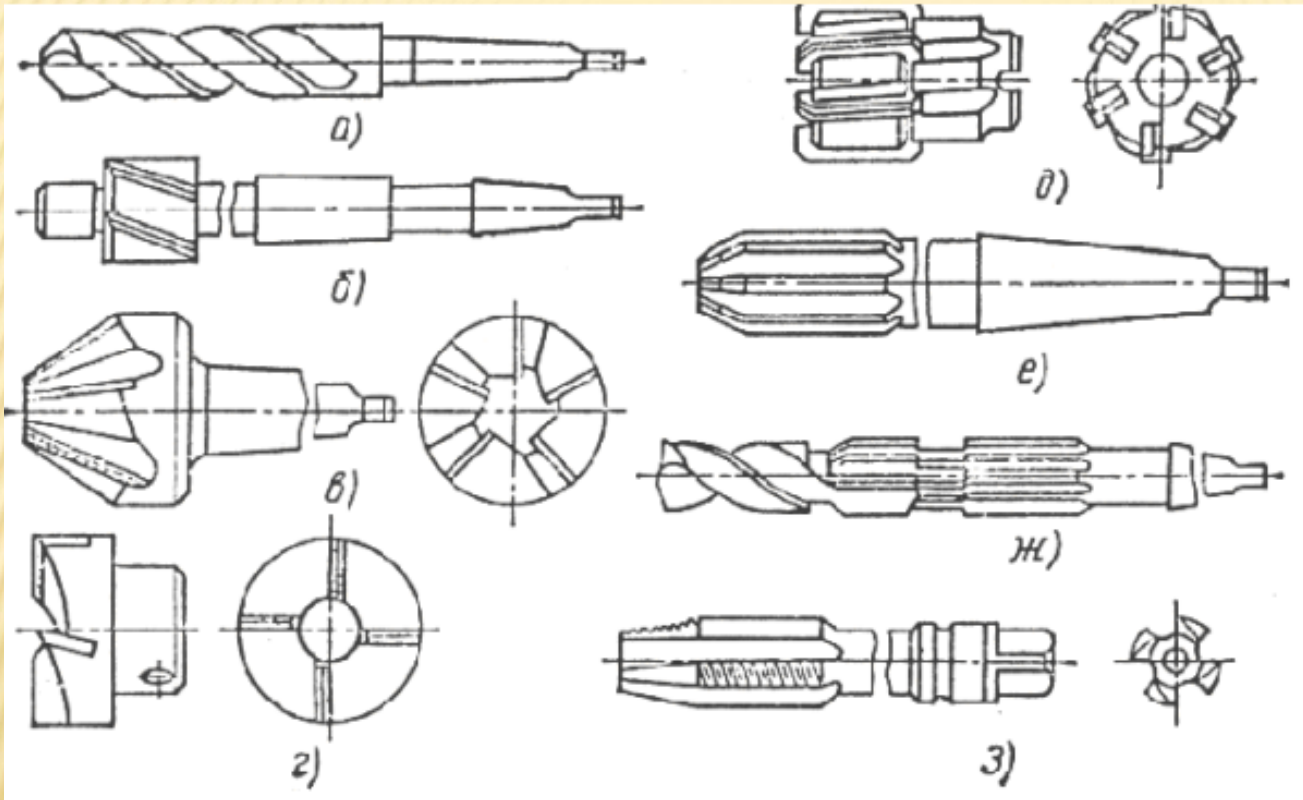
**Вертикально-сверлильные (в) и радиально-сверлильные** станки с ЧПУ широко используются в единичном и мелкосерийном производстве. Простота переналадки позволяет выполнять на них по автоматическому циклу обработку различных видов заготовок.

# Режущий инструмент



**Спиральное сверло** имеет рабочую часть  $l_1$ , шейку  $l_2$ , хвостовик  $l_3$  и лапку  $l_4$ . Хвостовик служит для закрепления сверла на станке, лапка предохраняет хвостовик при выбивании сверла из шпинделя станка. Рабочая часть имеет режущую  $l_5$  и направляющую  $l_6$  части с винтовыми канавками. На рабочей части сверла имеются две главные режущие кромки, поперечная режущая кромка (перемычка), две вспомогательные режущие кромки. Вдоль винтовых канавок расположены две узкие ленточки, обеспечивающие направление сверла при резании.

# Режущие инструменты, применяемые на сверлильных станках



Спиральное сверло а)

Цековки - б) и г)

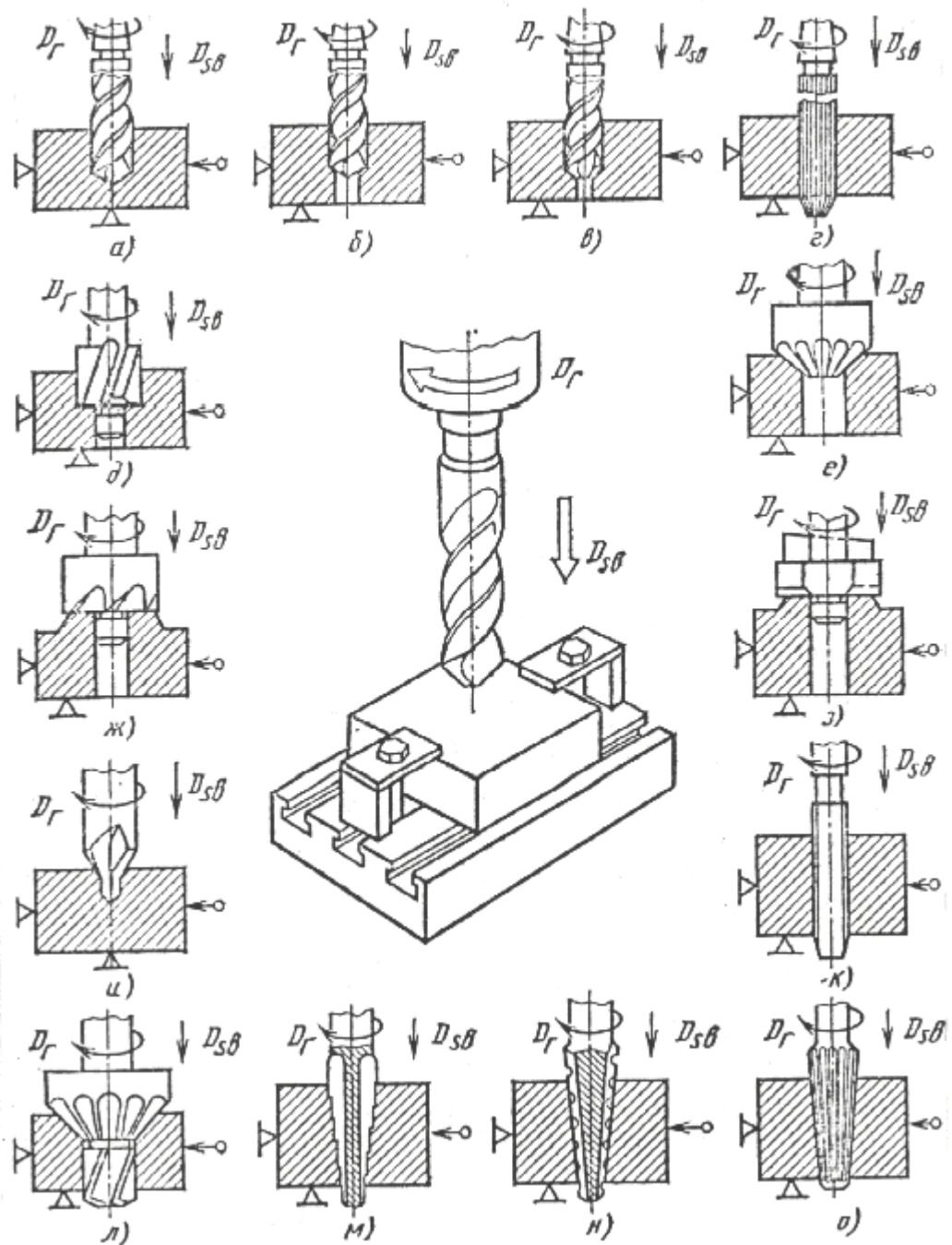
Зенковки - в)

Развертки - д) и е)

Комбинированный инструмент - ж)

Метчики - з)





**Основные виды работ, выполняемых на сверлильных станках**

**Сверлением** (рис. а) получают сквозные и глухие цилиндрические поверхности. **Рассверливание** спиральным сверлом (рис. б) производят для увеличения диаметра отверстия. Диаметр отверстия под рассверливание выбирают так, чтобы поперечная режущая кромка в работе не участвовала.

**Зенкерование** (рис. в) также применяют для увеличения диаметра отверстия. В отличие от рассверливания, зенкерование обеспечивает большую производительность и точность обработки.

**Развертыванием** (рис. г) получают высокую точность и малую шероховатость обработанной поверхности. Развертывают цилиндрические и конические поверхности. Для развертывания конических отверстий цилиндрические отверстия в заготовке сначала обрабатывают коническим ступенчатым зенкером (рис. м), затем конической разверткой со стружкоразделительными канавками (рис н) и окончательно - конической разверткой с гладкими режущими кромками (рис. о).

**Зенкованием** обрабатывают конические углубления под головки винтов и болтов (рис. е). Некоторые зенковки имеют направляющую часть, которая обеспечивает соосность конического углубления и основного отверстия.

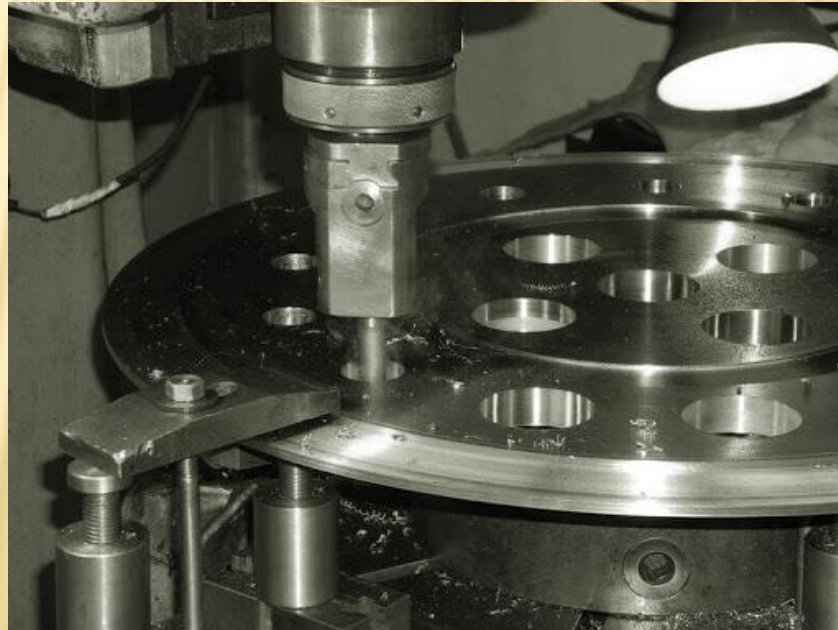
**Цекованием** обрабатывают цилиндрические углубления (рис. д) и торцовые плоскости (рис., ж, з), которые являются опорными поверхностями головок болтов, винтов, гаек.

Перпендикулярность торца по отношению к основному отверстию достигается наличием у цельной цековки (рис. д, ж) и у пластинчатого резца (рис. з) направляющей части.

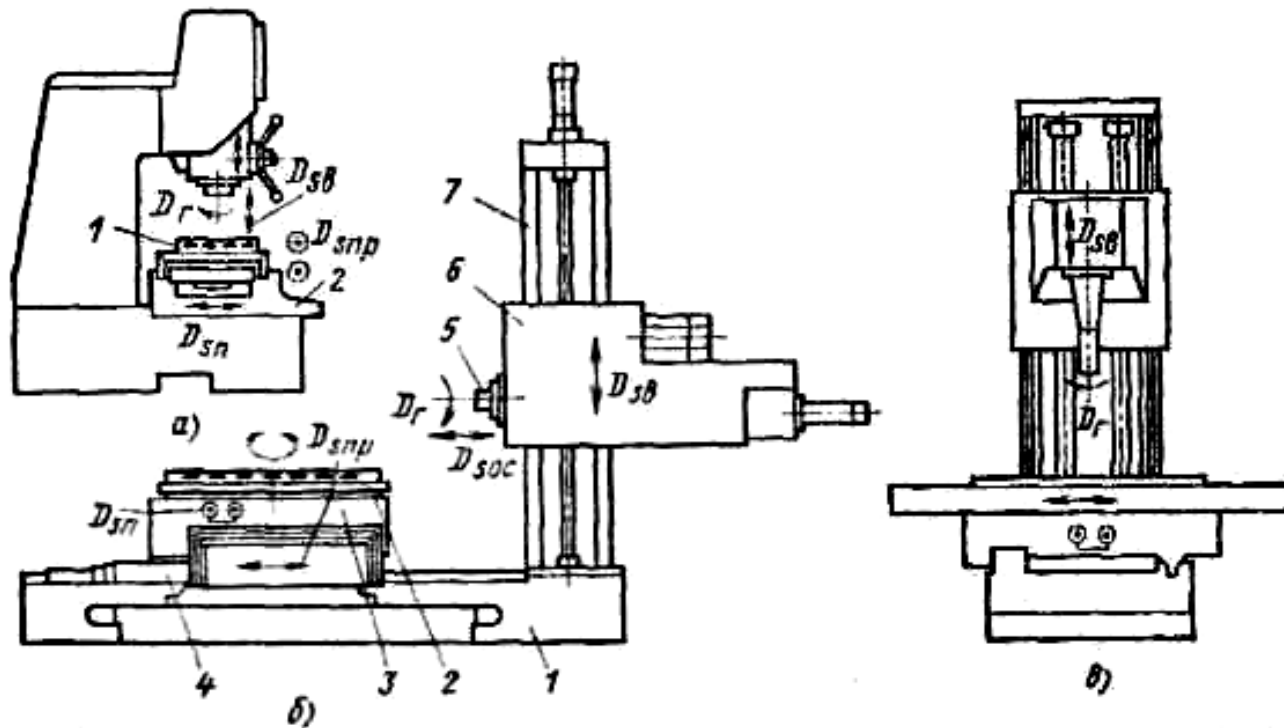
**Нарезание резьбы** производят метчиком (рис. к). Комбинированным инструментом получают **сложные поверхности** (рис., и, л).

# *Назначение и типы расточных станков*

Формообразование поверхностей на расточных станках выполняется за счет сочетания главного вращательного движения резания, сообщаемого расточному резцу или другому режущему инструменту, и движения подачи, сообщаемого инструменту или заготовке. Направление движения подачи может быть продольным, поперечным, радиальным и вертикальным - в зависимости от характера обрабатываемой поверхности.



# Типы расточных станков



Расточные станки изготавливают трех типов: *координатно-расточные*, *горизонтально-расточные* и *алмазно-расточные*.

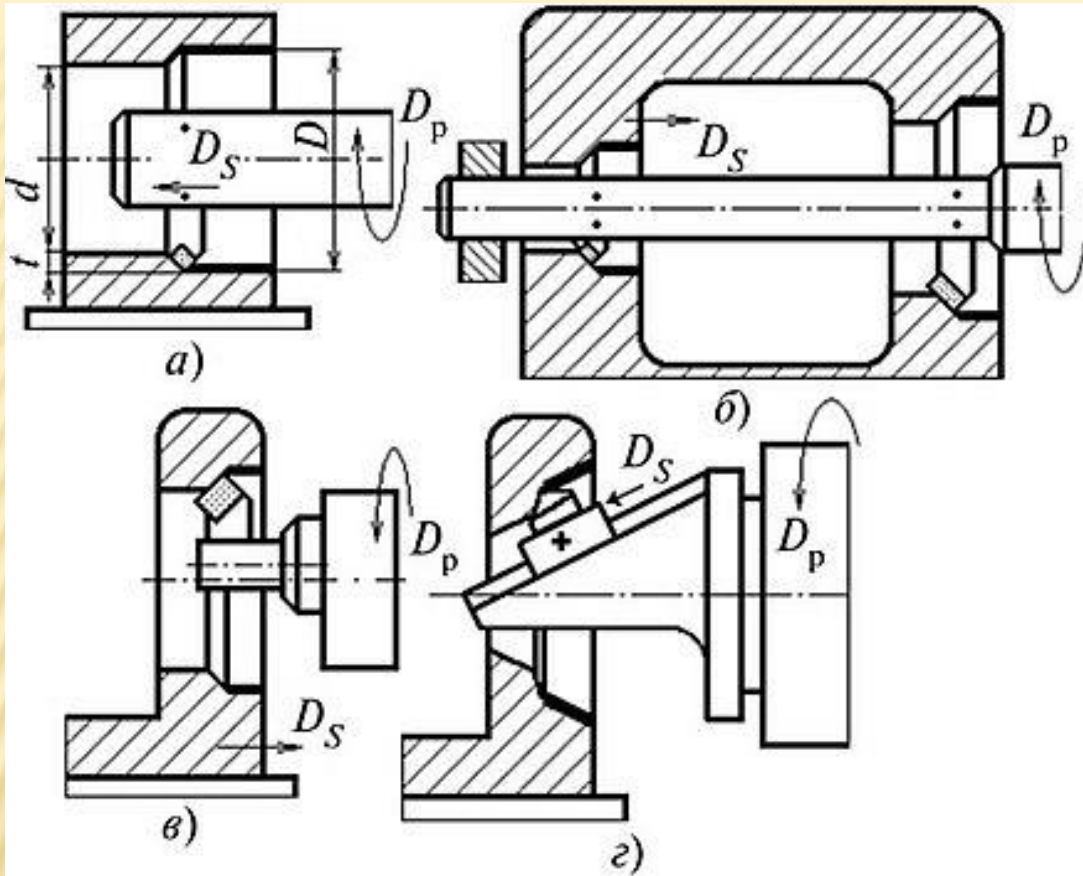
*Координатно-расточные* станки бывают одностоечные (а) и двухстоечные. Они предназначены для обработки отверстий с высокой точностью формы, размера и взаимного расположения.

*Горизонтально-расточные* станки (б) предназначены для обработки, как правило, заготовок корпусных деталей.

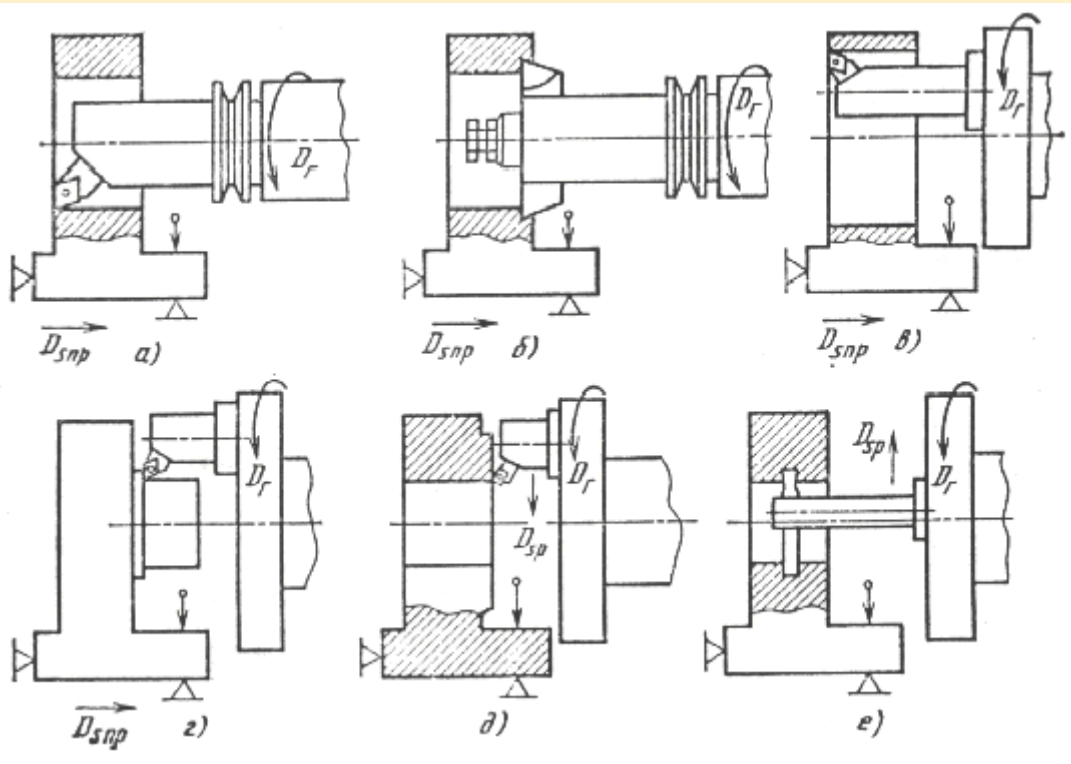
На *алмазно-расточных* станках (в) обрабатывают с высокой точностью цилиндрические отверстия в корпусных заготовках небольших размеров

## Технологические схемы растачивания цилиндрических отверстий:

а — консольно закрепленным резцом;  
б — борштангой;  
в — цилиндрических отверстий резцом, закрепленным в планшайбе;  
г — конических отверстий резцом, закрепленным в планшайбе;



$D_p$  — главное движение резания;  $D_s$  — движение продольной подачи;  $t$  — глубина резания;  $D$  и  $d$  — диаметры обработанной и обрабатываемой поверхностей



*Растачивание цилиндрических отверстий производят расточными проходными резцами (а). Подрезание торцов небольших размеров выполняют инструментом для подрезных работ (б)*

*Внутренние цилиндрические поверхности очень большого диаметра растачивают расточным резцом, установленным на планшайбе станка в оправке (в). Главное движение совершает инструмент, вращающийся вместе с планшайбой. Аналогичным образом обрабатывают короткие наружные цилиндрические поверхности (г).*

*Наружные торцовые поверхности, внутренние канавки и другие аналогичные элементы деталей обрабатывают соответствующими резцами, закрепленными в радиальном суппорте. Резец, вращаясь, перемещается с радиальным движением подачи (д, е).*

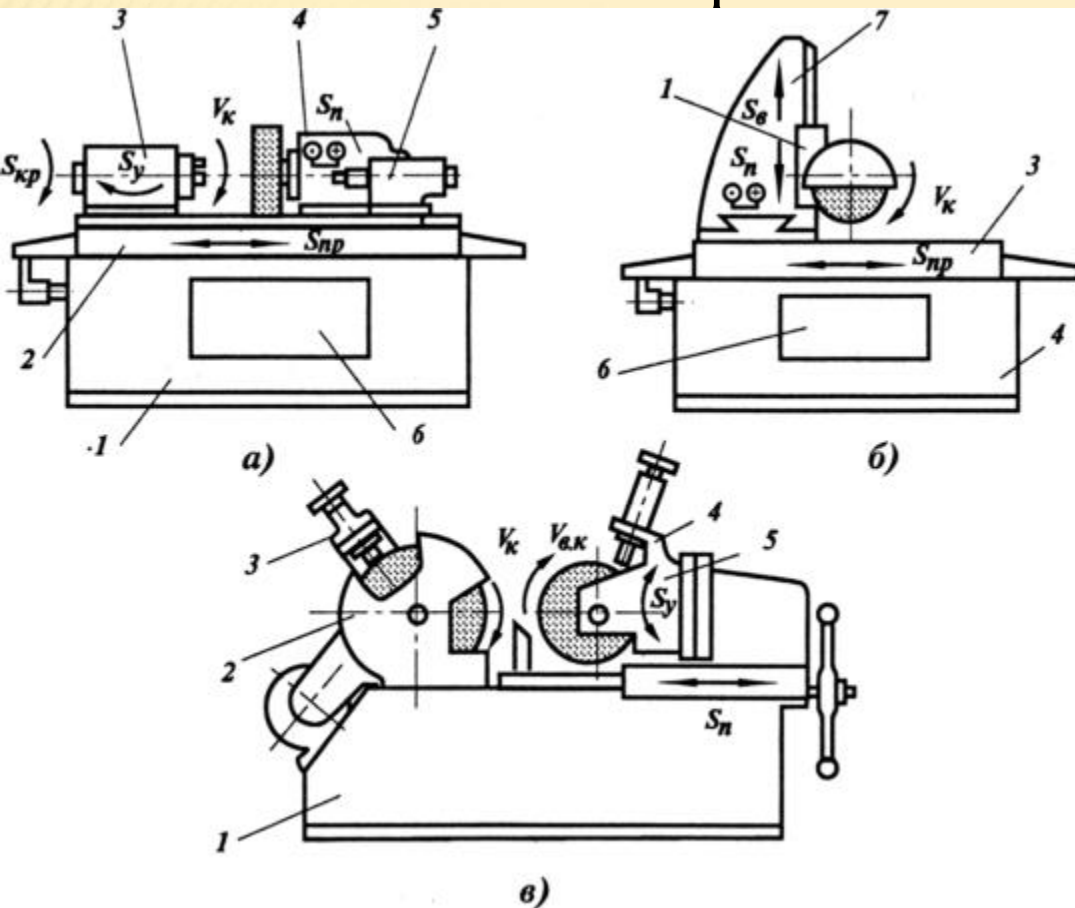
# Обработка заготовок на шлифовальных станках

*Шлифованием* называют процесс обработки заготовок резанием с помощью абразивного инструмента, совершающего с высокой скоростью главное движение резания. Абразивные зерна расположены в круге беспорядочно и удерживаются связующим материалом. Для формообразования поверхностей необходимо вращательное движение круга и относительное перемещение вдоль одной из координатных осей.





# Основные типы шлифовальных станков



а — круглошлифовальный;  
б — плоскошлифовальный;  
в — бесцентрово-шлифовальный

Круглошлифовальные станки бывают универсальными (а), простыми и врезными. На станине 1 круглошлифовального станка располагают стол 2, который с помощью гидропривода 6 совершает возвратно-поступательные перемещения относительно шлифовального

круга. Передняя 3 и шлифовальная 4 бабки универсального станка могут поворачиваться вокруг вертикальной оси. В передней бабке расположена коробка скоростей, с помощью которой заготовке сообщается круговая подача. Шлифовальная бабка может перемещаться по своим направляющим для обеспечения поперечной подачи, необходимой для установления глубины резания. На столе установлена задняя бабка 5, задний центр которой поддерживает оправку с закрепленной на ней заготовкой.

*Плоскошлифовальный станок (б)* состоит из станины 4, прямоугольного стола 3, продольная подача которого осуществляется гидроприводом 6. По вертикальным направляющим стойки 7 передвигается шлифовальная бабка 7. Кроме того, сама стойка имеет возможность перемещаться по направляющим станины. Этим обеспечивается поперечная подача шлифовального круга. Плоскошлифовальные станки могут иметь круглые столы с вертикальным вращением шлифовального круга. Заготовки на станках закрепляют с помощью магнитных плит или в зажимных приспособлениях.

*Бесцентрово-шлифовальные станки (в)* характеризуются высокой производительностью. На станине 7 установлены шлифующий (на бабке 2) и ведущий (на бабке 5) круги. Круги правят с помощью приспособлений 3 и 4 подобные устройства имеются у всех шлифовальных станков. Для обеспечения продольной подачи заготовки ведущий круг поворачивается на некоторый угол (установочное движение).

Применяют также *внутришлифовальные, заточные и специализированные* шлифовальные станки.

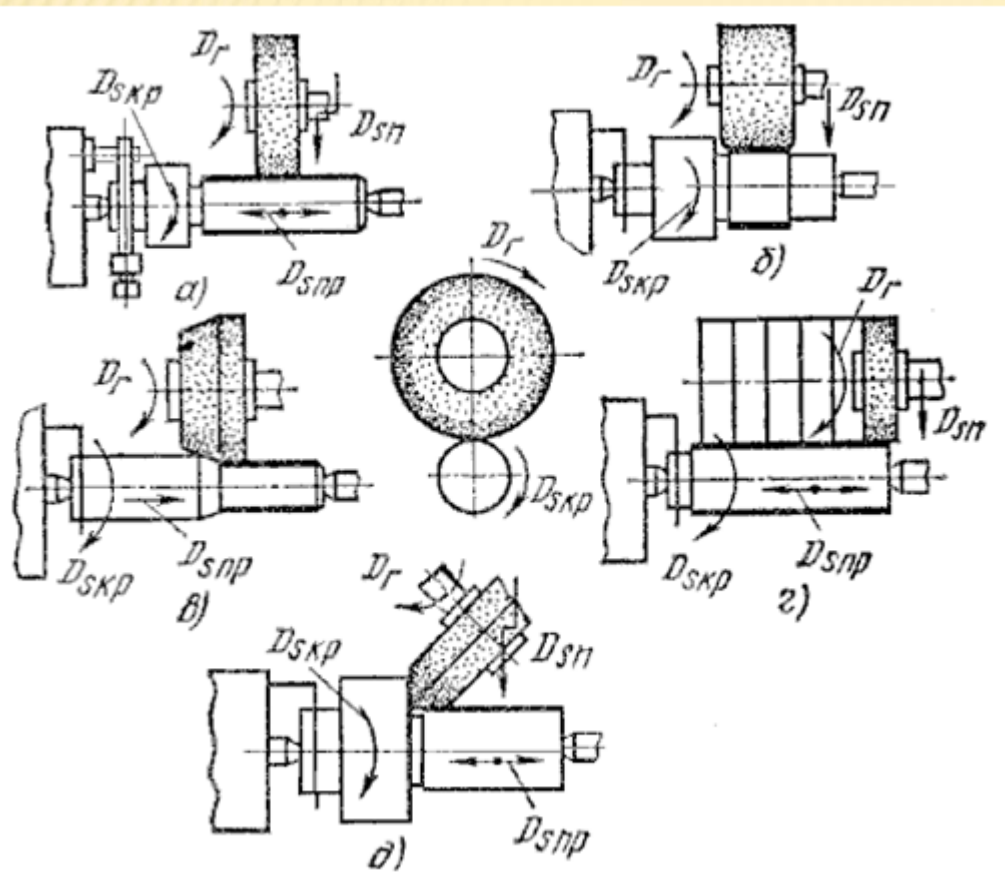
# Режущий абразивный инструмент



Абразивные инструменты различают по геометрической форме и размерам, типу абразивного материала, зернистости, связке, твердости и структуре. Наиболее широко применяется связка керамическая, бакелитовая и вулканитовая. Керамическую связку готовят из глины, полевого шпата, кварца и других веществ, тонко измельчая и смешивая их в определенных пропорциях. Бакелитовая связка состоит в основном из

синтетической смолы-бакелита. Вулканитовая связка представляет собой каучук, подвергнутый вулканизации для превращения его в прочный, твердый эбонит.

# . Схемы круглого шлифования



*Круглое шлифование* выполняется при вращательном главном движении резания шлифовального круга и круговом движении подачи заготовки.

При шлифовании *с продольным движением подачи* (а) заготовка вращается и совершает возвратно-поступательное движение. В конце хода заготовки круг перемещается на расстояние, равное поперечной подаче, и при следующем ходе вновь срезается слой металла заданной глубины.

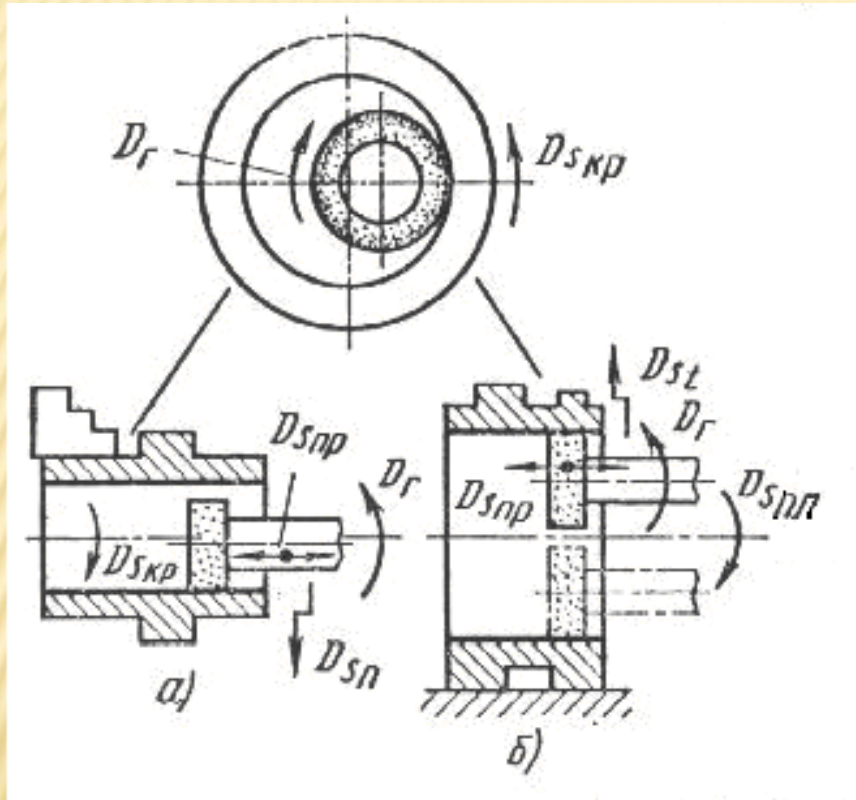
*Врезное шлифование* (б) применяется, когда ширина

шлифуемого участка меньше ширины шлифовального круга. Этот метод также используют в тех случаях, когда необходимо шлифовать фасонные поверхности и кольцевые канавки.

*Глубинное шлифование* (в) позволяет за один рабочий ход снять слой металла на всю необходимую глубину. Шлифовальный круг имеет конический участок длиной 8-12 мм, который удаляет основную часть срезаемого слоя.

*При шлифовании уступами (г) производят обработку врезанием с поперечной подачей, периодически передвигая стол на 0,8-0,9 ширины круга. Затем выполняют несколько ходов с продольным движением подачи для зачистки поверхности при выключенной поперечной подаче. Для одновременной обработки цилиндрических и плоских (торцовых) поверхностей шлифовальный круг заправляют специальным образом и поворачивают на определенный угол (д). Шлифование производят коническими участками круга.*

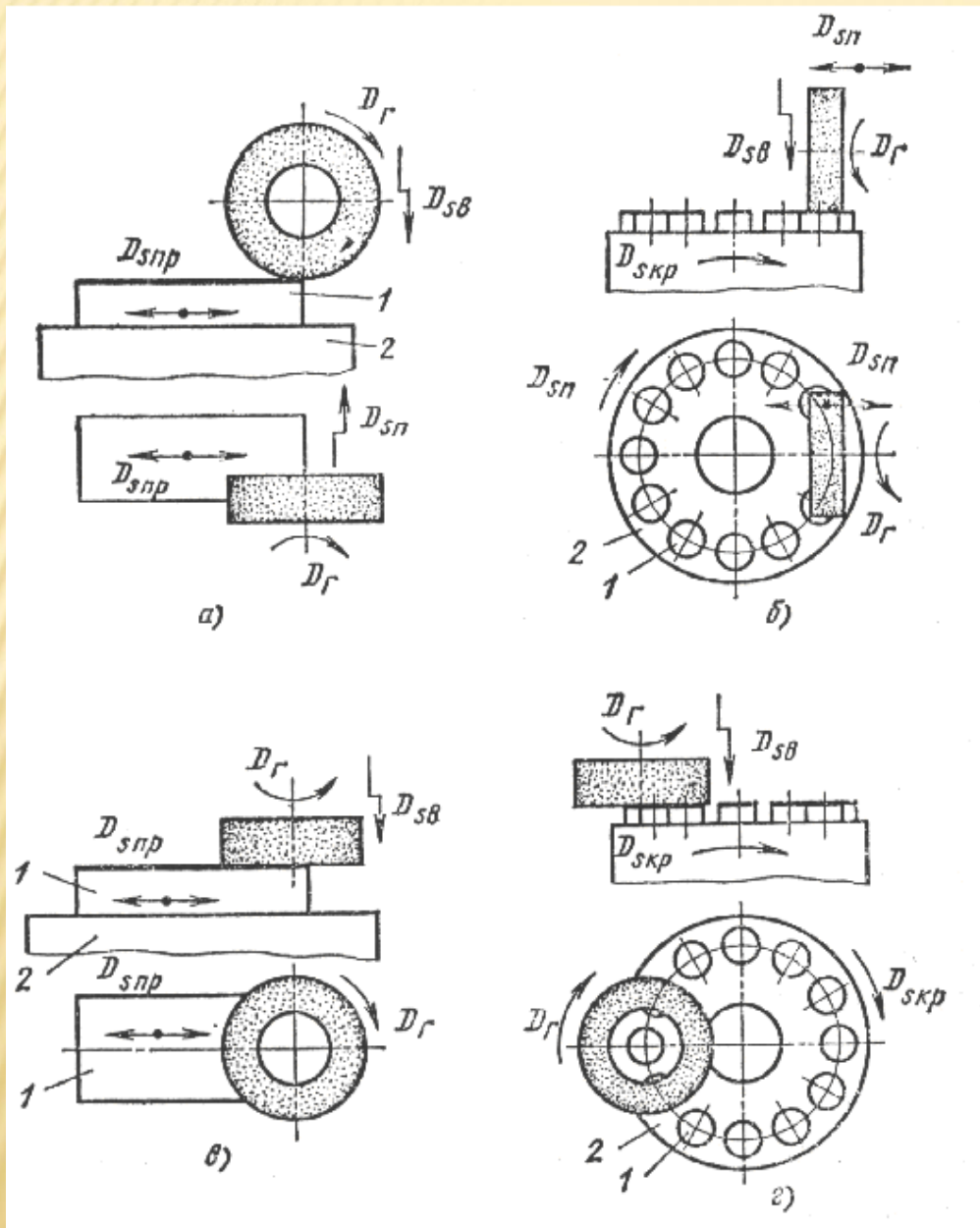
# Схемы внутреннего шлифования



Внутреннее шлифование выполняют двумя методами. При шлифовании с продольным движением подачи (а) заготовки закрепляют в трехкулачковом патроне. Отверстия шлифуют на всю их длину либо часть длины, когда необходимо обрабатывать лишь определенные участки. На внутришлифовальных станках обрабатывают также внутренние торцовые, фасонные и конические поверхности.

Планетарное шлифование (б) применяют при обработке заготовок больших размеров. Заготовка неподвижно закрепляется на столе станка, шлифовальный круг вращается не только вокруг своей оси, но и вокруг оси отверстия, т. е. совершает планетарное движение, что аналогично круговому движению подачи. Периодически круг перемещается в радиальном направлении на глубину резания.

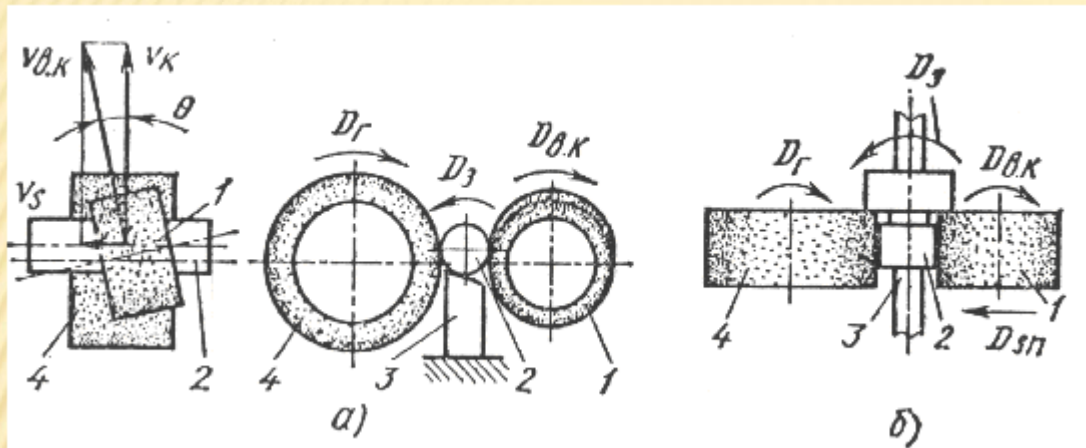
# Методы плоского шлифования



Заготовки 1 закрепляют на прямоугольных или круглых столах 2. Прямоугольные столы совершают возвратно-поступательные движения (продольное движение подачи), движение подачи на глубину резания производится в крайних положениях столов. Круглые столы совершают вращательные движения, обеспечивая круговое движение подачи.

*Шлифование торцом круга (в, г) более производительно, так как одновременно в работе участвует большее число абразивных зерен, однако шлифование периферией круга (а, б) позволяет выполнить большее число разнообразных работ.*

## При бесцентровом шлифовании



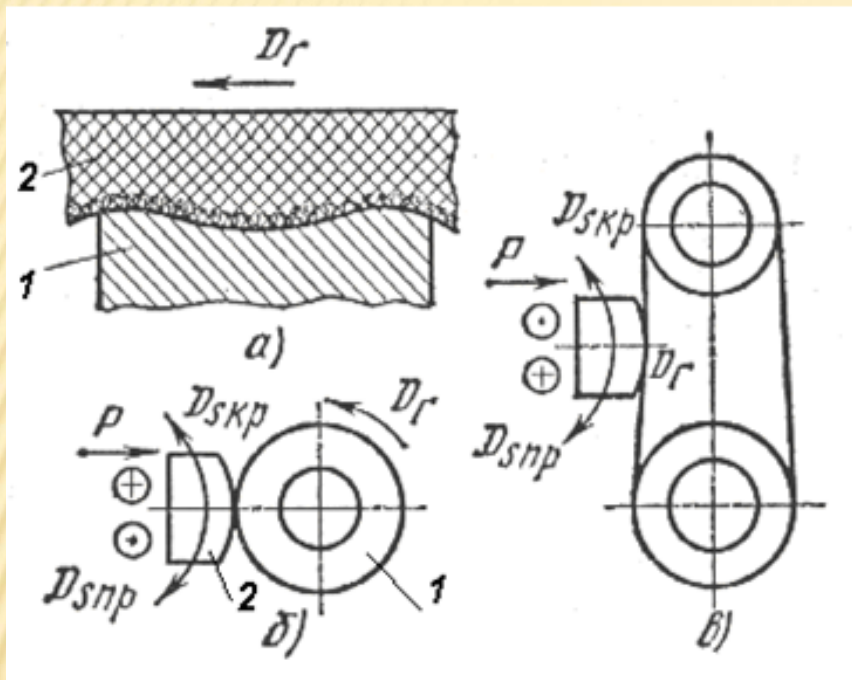
Заготовку 2 не закрепляют, она располагается на ноже 3 и одновременно контактирует с двумя кругами - шлифующим 4 и ведущим 1, которые вращаются в одном направлении, но с разными скоростями. Трение между ведущим кругом и заготовкой больше, чем между

заготовкой и шлифовальным кругом, поэтому заготовка вращается со скоростью, близкой к окружной скорости ведущего круга. Перед шлифованием ведущий круг устанавливают под углом  $\theta$  к оси заготовки. При разложении на составляющие вектора окружной скорости этого круга выделяется продольная составляющая (скорость продольной подачи  $V_s$ ). С этой скоростью заготовка перемещается по ноже и шлифуется по всей длине (а).

При шлифовании заготовок с уступами (рис. 4.25, б) бабку ведущего круга не поворачивают, а перемещают по направляющим станины до определенного положения, т. е. используют метод врезания.



# Полирование

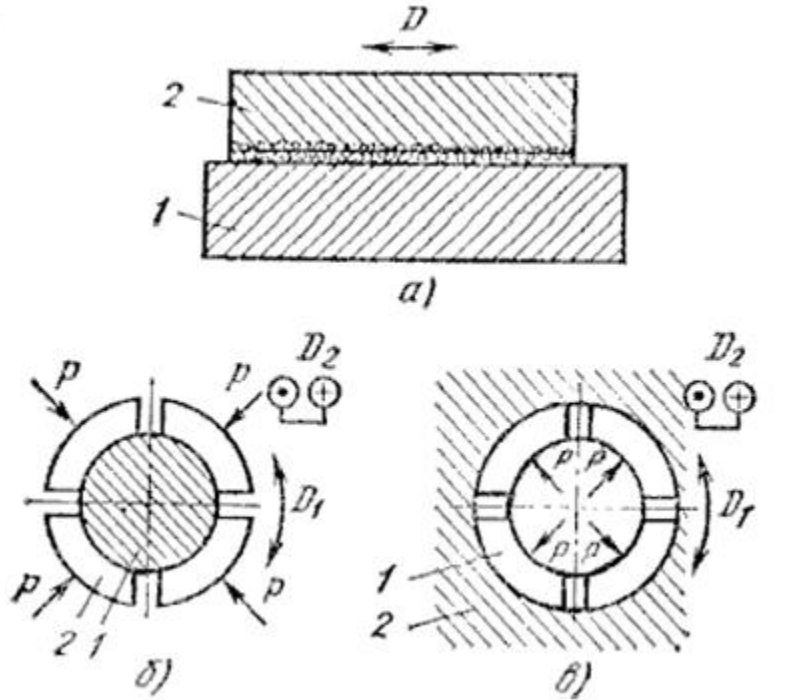


*Полирование* применяют для получения высокой точности и зеркального блеска ответственных частей деталей, например, дорожек качения подшипников. Обработку заготовки 1 производят полировальными пастами, которые наносятся на быстровращающиеся эластичные круги или колеблющиеся щетки 2 (а, б). Хорошие результаты дает полирование быстродвижущимися бесконечными абразивными лентами (шкурками) (в).

Эластичная лента огибает всю шлифуемую поверхность, поэтому движения подачи могут отсутствовать. Полировальные круги изготавливают из войлока, фетра, кожи, капрона и других материалов. Процесс полирования выполняют на больших скоростях (до 50 м/с). Заготовка прижимается к кругу с усилием  $P$  (б) и совершает движения подачи  $D_{snp}$  и  $D_{skr}$  в соответствии с профилем обрабатываемой поверхности.

В процессе полирования не исправляются погрешности формы, а также местные дефекты предыдущей обработки.

# Притирка



Поверхности деталей машин, обработанные на металлорежущих станках, всегда имеют отклонения от правильных геометрических форм и заданных размеров. Эти отклонения могут быть устранены притиркой (доводкой).

*Притиркой* достигаются наивысшая точность и наименьшая шероховатость поверхности.

Процесс осуществляется с помощью притиров соответствующей геометрической формы. На притир наносят притирочную пасту или мелкий абразивный порошок со связующей жидкостью. Материал притиров.

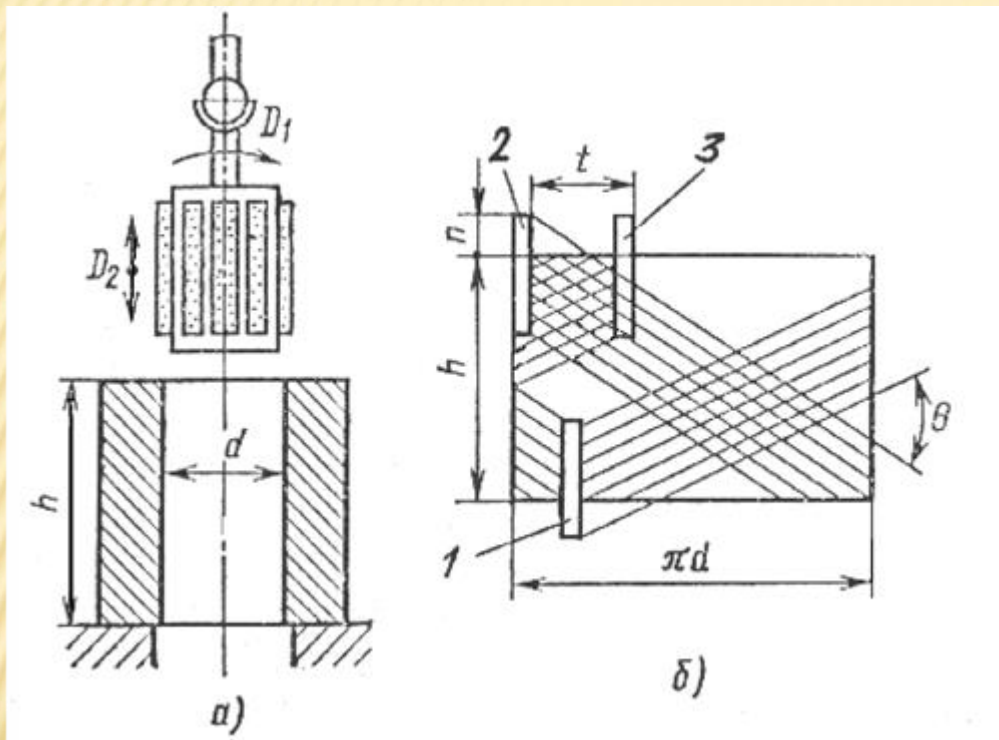
должен быть мягче обрабатываемого материала. Паста или порошок внедряются (а) в поверхность притира 2 и удерживаются ею, но так, что при движении  $D$  относительно заготовки 1 каждое абразивное зерно может снимать весьма малую стружку. Поэтому притир можно рассматривать как очень точный абразивный инструмент.

Притир или заготовка должны совершать разнонаправленные движения.

Наилучшие результаты дает процесс, в ходе которого траектории движения каждого зерна не повторяются.

Для обработки наружной цилиндрической поверхности (б) применяют притир 2 в виде втулки, имеющей ряд прорезей, необходимых для его полного прилегания к обрабатываемой поверхности под действием силы  $P$ . Притиру сообщают возвратно-вращательное движение  $D_1$  и возвратно-поступательное движение  $D_2$ . Возможно также равномерное вращательное движение заготовки 1 и одновременное движение  $D_2$ . Аналогичные движения выполняются при притирке отверстий (в), однако притир должен равномерно разжиматься под действием силы  $P$ . Приведенные схемы притирки осуществляются на притирочных станках.

# Хонингование



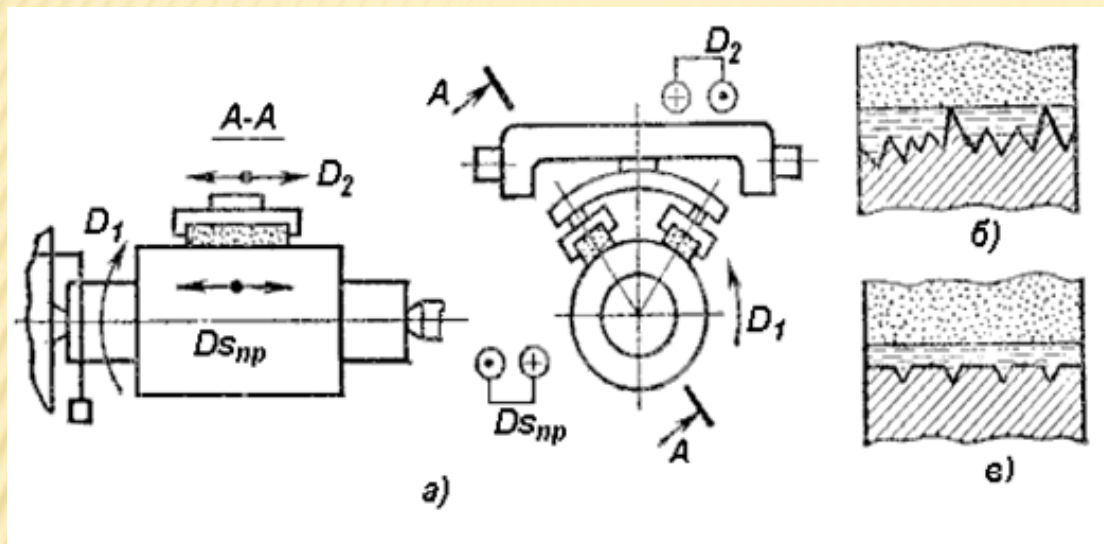
Хонингование применяют для получения отверстий высокой точности и малой шероховатости, а также для создания специфического микропрофиля обработанной поверхности в виде сетки для удержания на стенках отверстия смазочного материала при работе машины, например, двигателя внутреннего сгорания. Поверхность неподвижной заготовки обрабатывают мелкозернистыми абразивными брусками, которые закрепляют в

хонинговальной головке (хоне), являющейся режущим инструментом. Инструмент вращается ( $D_1$ ) и одновременно перемещается возвратно-поступательно ( $D_2$ ) вдоль оси обрабатываемого отверстия (а). Сочетание движений приводит к тому, что на обрабатываемой поверхности появляется сетка микроскопических винтовых царапин - следов перемещения абразивных зерен. Угол  $\theta$  пересечения этих следов зависит от соотношения скоростей движений  $D_1$  и  $D_2$ .

Крайнее нижнее 1 и верхнее 2 положения абразивных брусков (б), указанные на развертке внутренней цилиндрической поверхности, устанавливают так, что создается перебег п. Перебег необходим для того, чтобы образующие отверстия были прямолинейными даже при неравномерном износе брусков. Абразивные бруски постоянно контактируют с обрабатываемой поверхностью, так как они раздвигаются в радиальных направлениях механическими, гидравлическими и другими устройствами.

Хонингованием исправляют такие отклонения от правильной геометрической формы, как овальность, конусность и другие, если эти отклонения не превышают 0,2 мм. Отклонения расположения оси отверстия этим методом не исправляются.

# Суперфиниширование



Отделку поверхностей суперфинишированием выполняют для уменьшения шероховатости, оставшейся от предыдущей обработки. При этом меняется высота и вид микровыступов, а обработанная поверхность приобретает сетчатый рельеф. Суперфинишированием обрабатывают плоские,

цилиндрические, конические, сферические поверхности заготовок.

Обработка ведется абразивными брусками, которые устанавливают в специальной головке. Для суперфиниширования характерно колебательное движение брусков одновременно с движением заготовки. Резание производится при давлении брусков 3-5 МПа с применением смазочного материала малой вязкости. При обработке цилиндрической поверхности (а) сетка микронеровностей создается сочетанием вращательного движения  $D_1$  заготовки, возвратно-поступательного ее перемещения  $D_{Snp}$  и колебательного движения  $D_2$  брусков вдоль оси заготовки. Движение  $D_2$  ускоряет съем металла и улучшает однородность поверхности.

Важную роль играет смазочно-охлаждающая жидкость. Масляная пленка покрывает обрабатываемую поверхность, но наиболее крупные выступы (б) прорывают ее и в первую очередь срезаются бруском. По мере обработки давление бруска снижается, так как все больше число выступов прорывает масляную пленку, и, наконец, наступает такой момент (в), когда давление бруска не может разорвать пленку, она становится сплошной. Создаются условия для жидкостного трения. Процесс отделки автоматически прекращается.

Суперфиниширование не устраняет отклонения формы, полученные во время предшествующей обработки (волнистость, конусность, овальность и др.).