

# Фрезерные

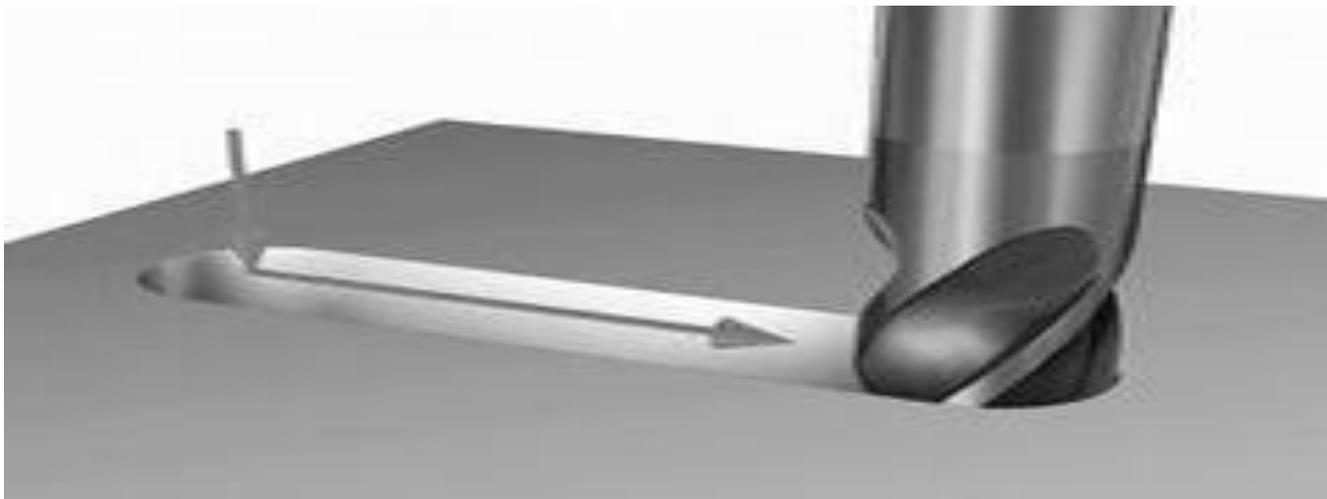
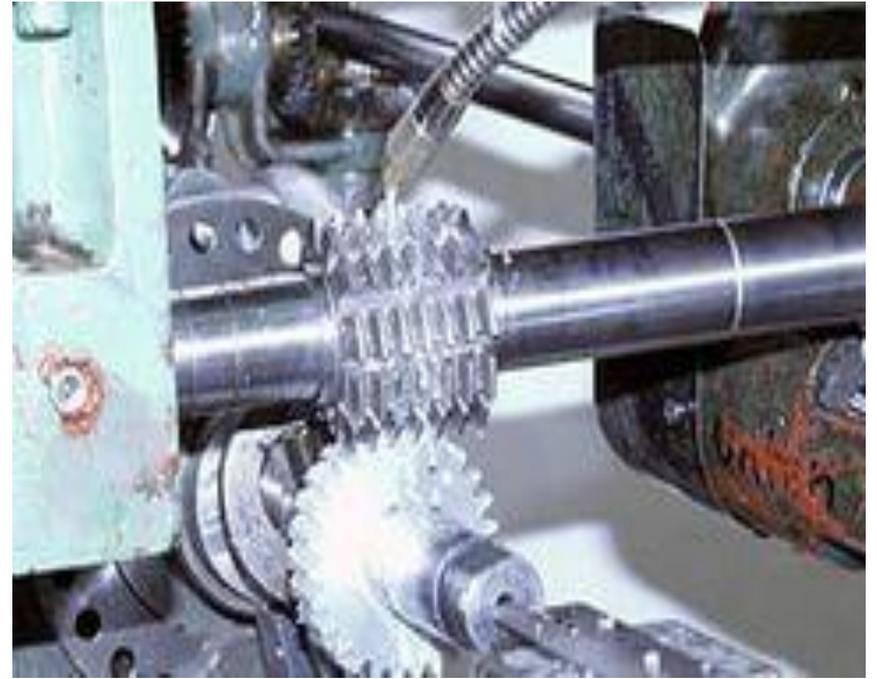
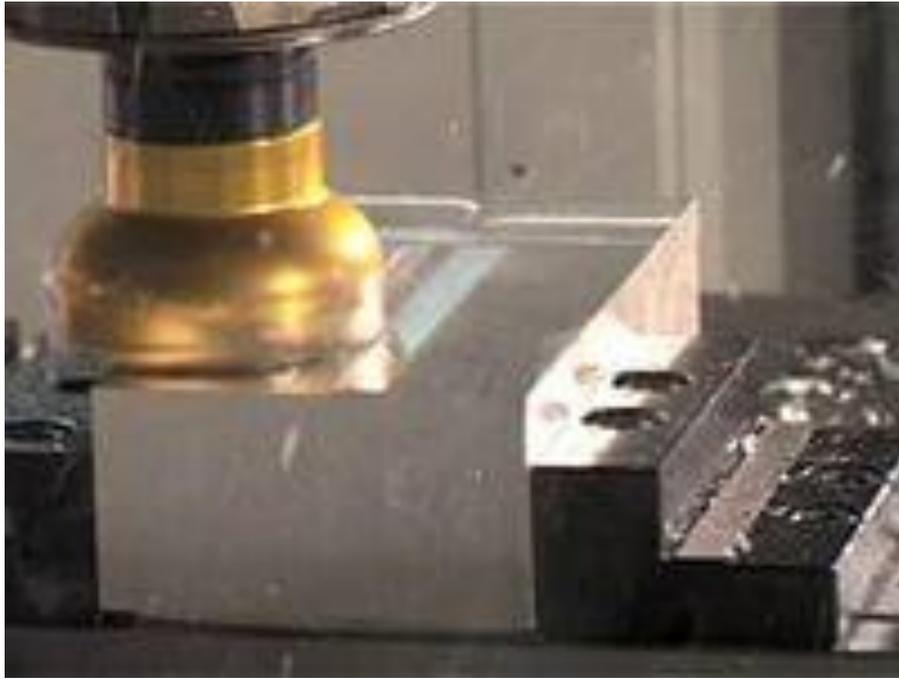


# станки

Фрезерный станок — станок для обработки металлических заготовок фрезой *при поступательном*







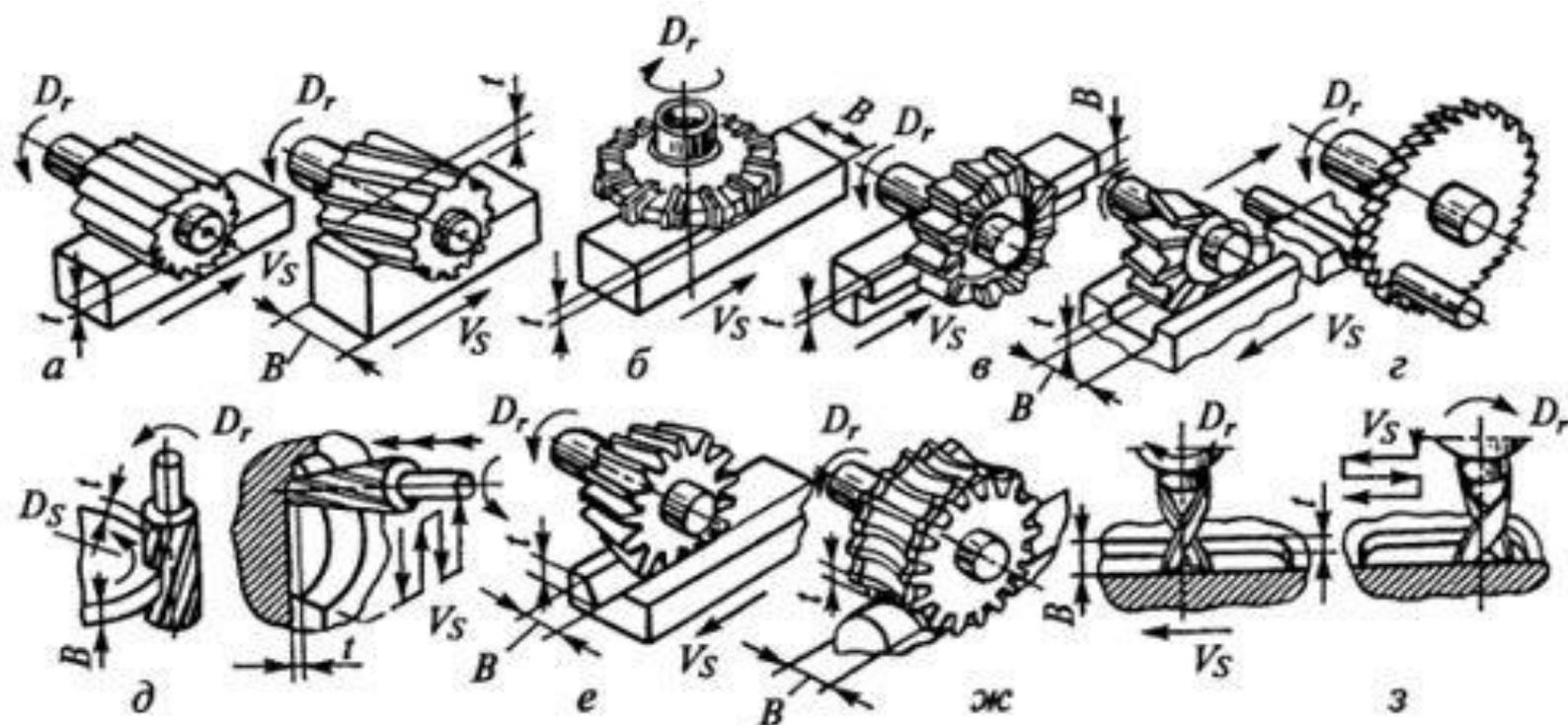


Рис. 5.6. Виды работ, выполняемых фрезерованием, и применяемые фрезы:

*a* — цилиндрические с прямыми и винтовыми зубьями; *б* — торцовая; *в* — дисковая; *г* — прорезная (отрезная); *д* — концевые; *е* — угловая; *ж* — фасонная; *з* — шпоночная (с обработкой пазов на всю глубину и с маятниковой подачей); *t* — глубина резания, мм; *B* — ширина фрезерования, мм;  $D_s$  — направление движения подачи;  $D_r$  — направление движения резания;  $V_s$  — скорость движения подачи

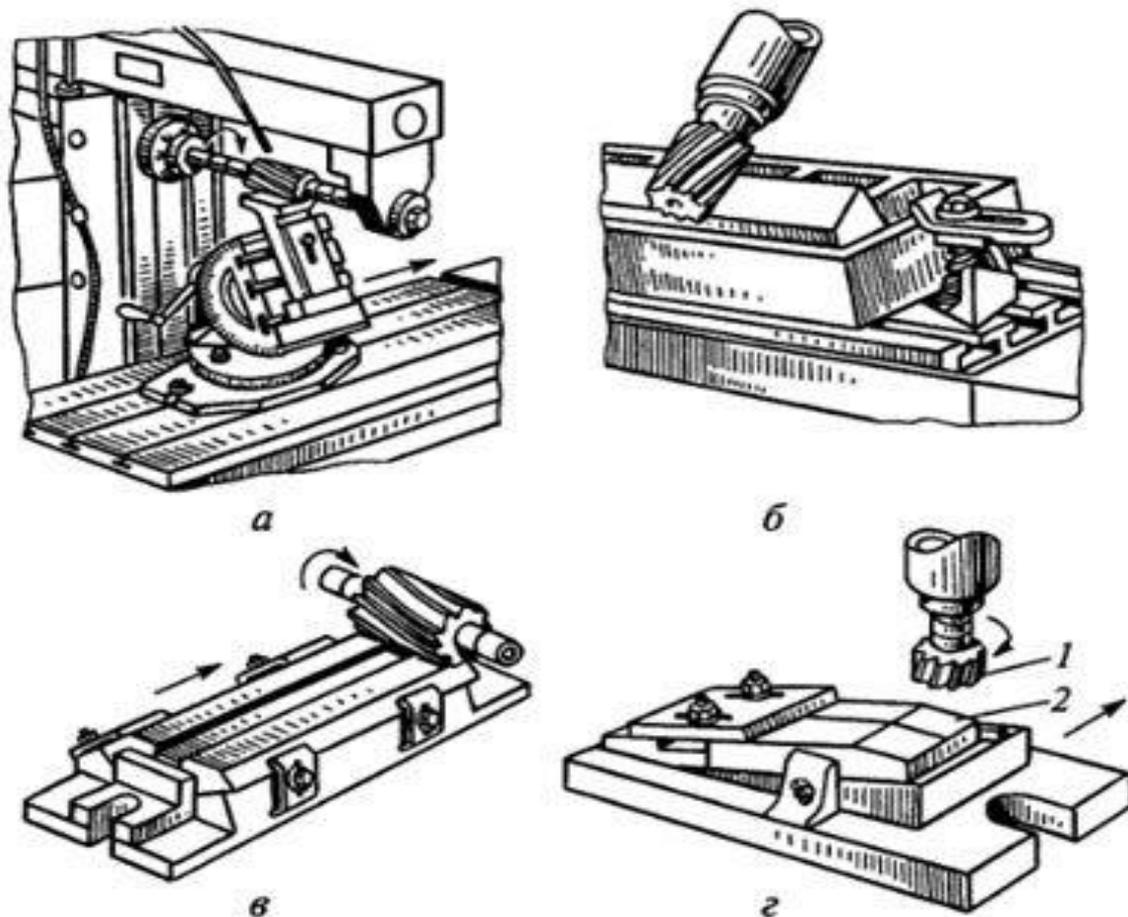


Рис. 5.19. Фрезерование наклонных плоскостей:

*a* — фрезерование наклонной плоскости на универсальной поворотной плите; *б* — фрезерование наклонной плоскости концевой фрезой; *в* и *г* — обработка наклонных плоскостей в специальных приспособлениях цилиндрической (*в*) и торцевой (*г*) фрезой; *1* — фреза; *2* — заготовка

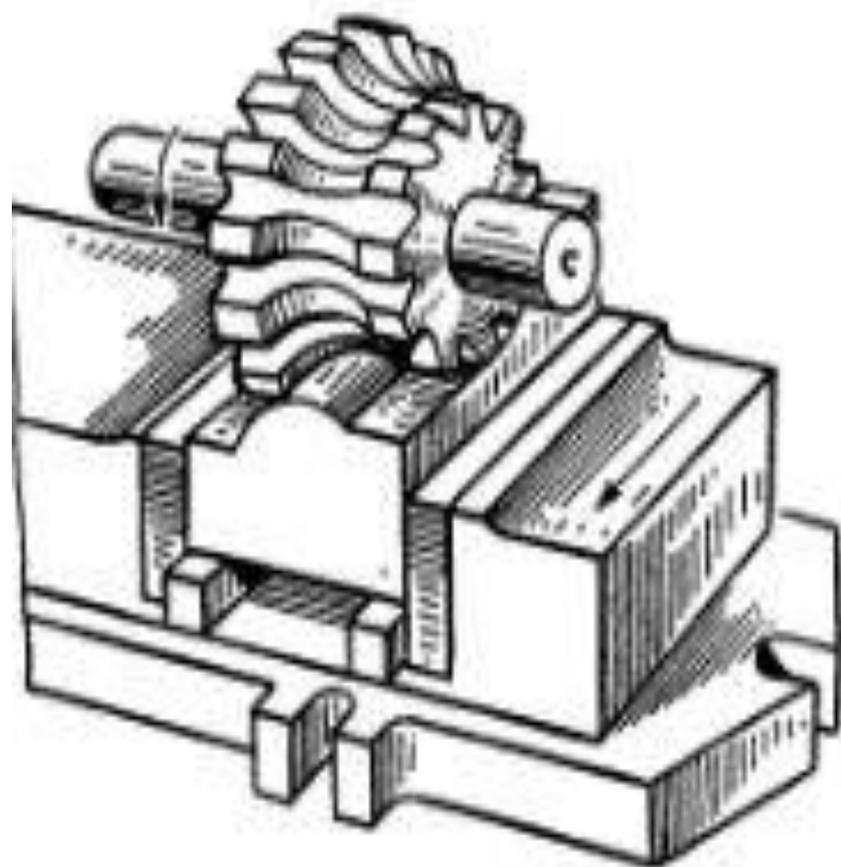


Рис. 5.29. Фрезерование фасонной поверхности фасонной фрезой

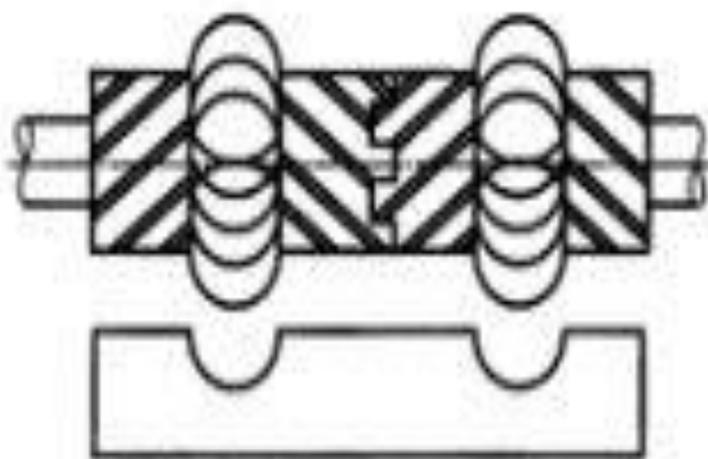
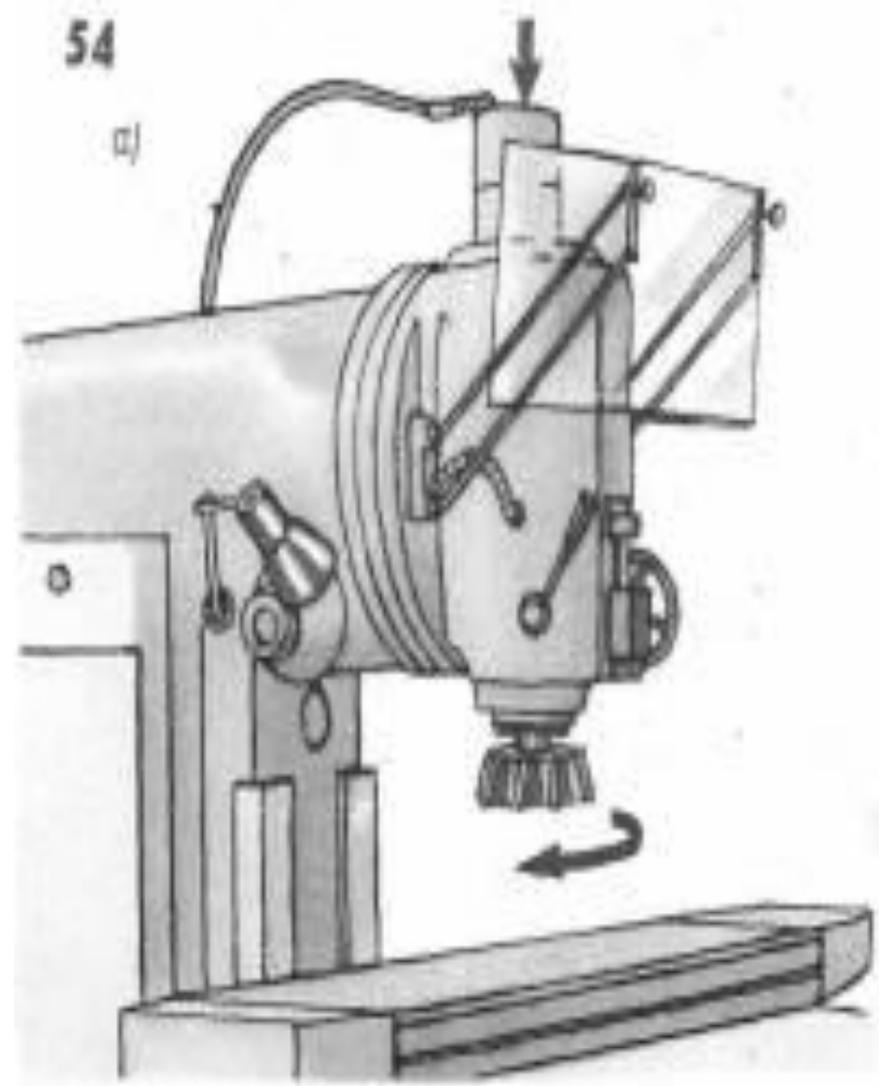


Рис. 5.30. Фрезерование фасонной поверхности [autowelding.ru](http://autowelding.ru)

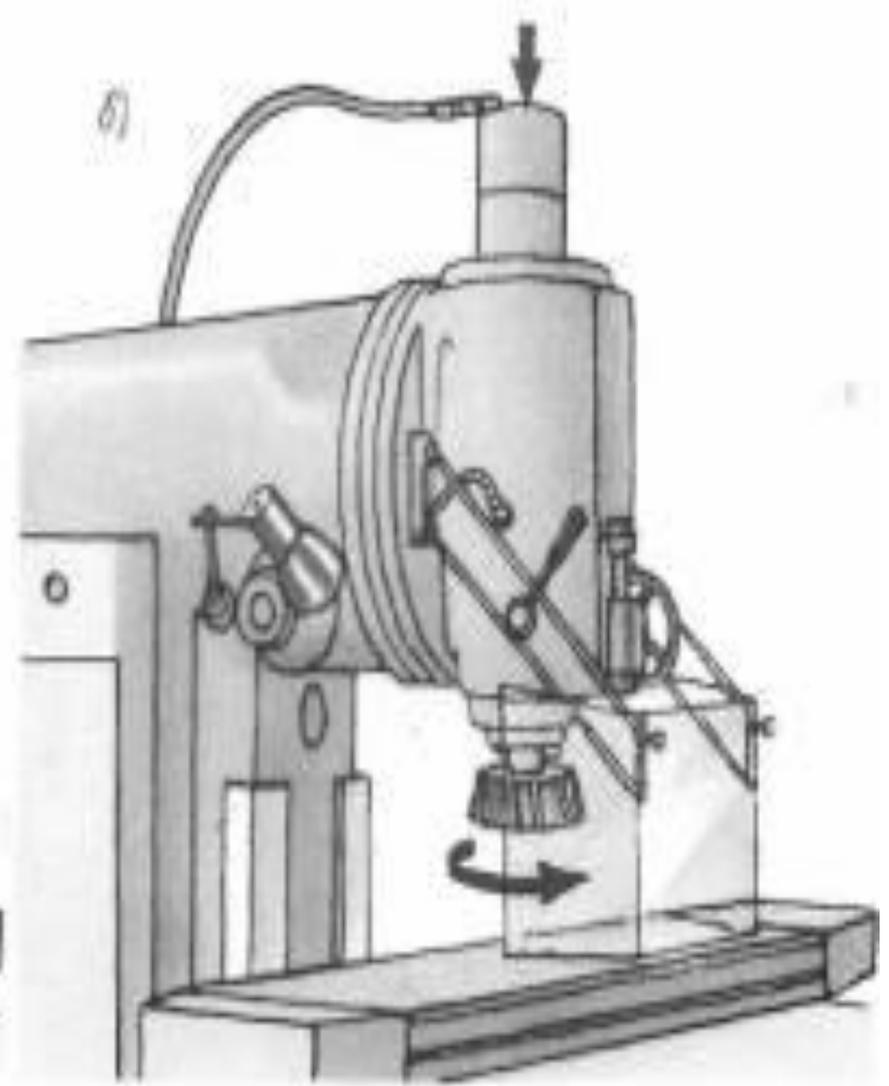
- **Праворежущими** называют такие фрезы, которые при работе должны вращаться по часовой стрелке, если на фрезу смотреть со стороны заднего конца шпинделя (или против часовой стрелки, если смотреть со стороны подвески-серьги).
- **Леворежущими** фрезами называют такие фрезы, которые при работе должны вращаться против часовой стрелки, если смотреть со стороны заднего конца шпинделя (или по часовой стрелке, если смотреть со стороны подвески).  
Если смотреть на фрезу со стороны подвески, то праворежущая фреза отбрасывает стружку вправо, а леворежущая — влево.

54

㉔



㉕



- **Фрезы с крупным зубом** применяют для черновой и получистовой обработки плоскостей,
- **фрезы с мелким зубом** — для получистовой и чистовой обработки
- Направление резания цилиндрической фрезой можно изменить, перевернув фрезу на оправке (могут быть использованы и как праворежущие, и как леворежущие.)

## Обработка плоскости.

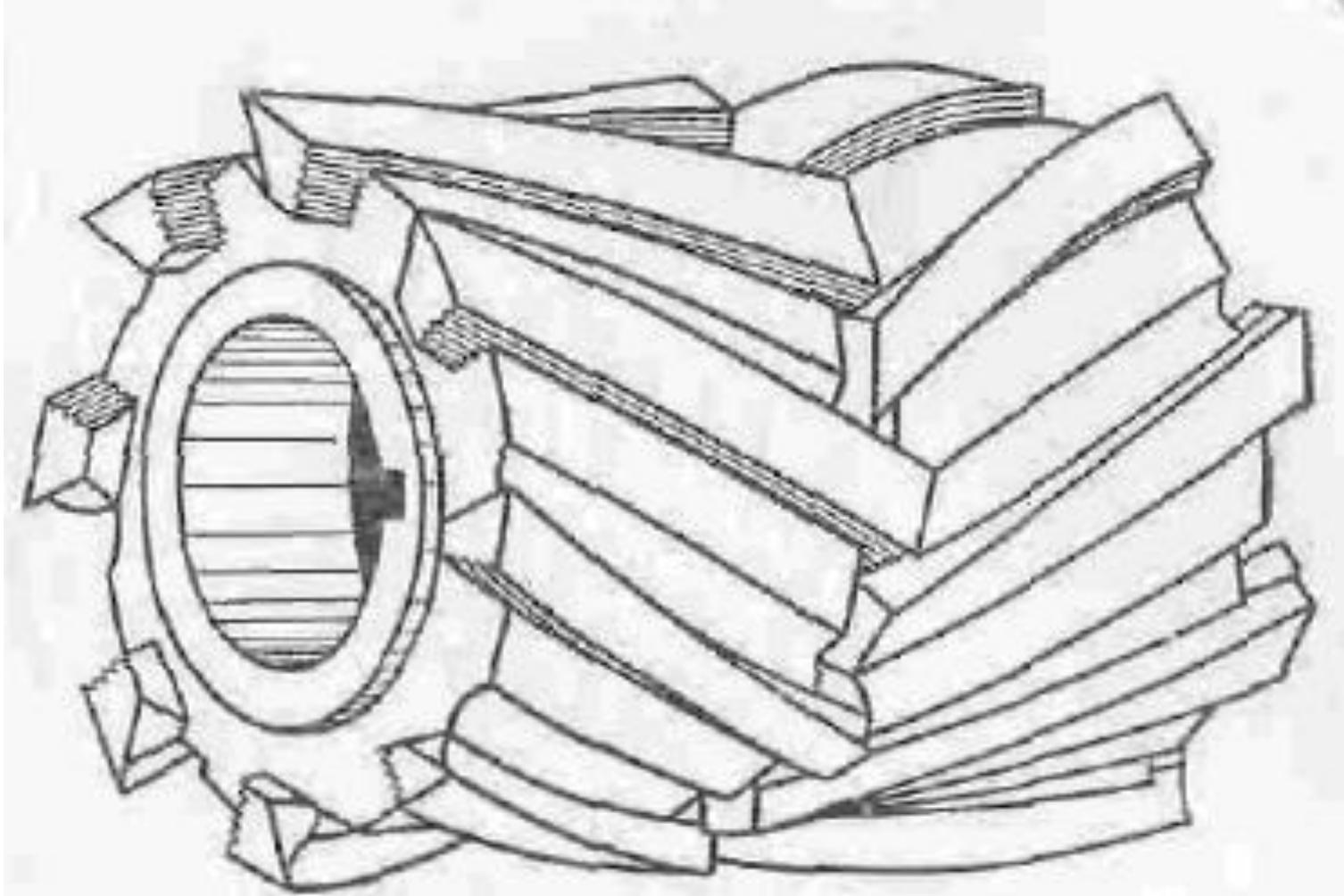
- Фреза по металлу цилиндрическая без торцевых зубов
- Фреза цилиндрическая винтовая



SKAD



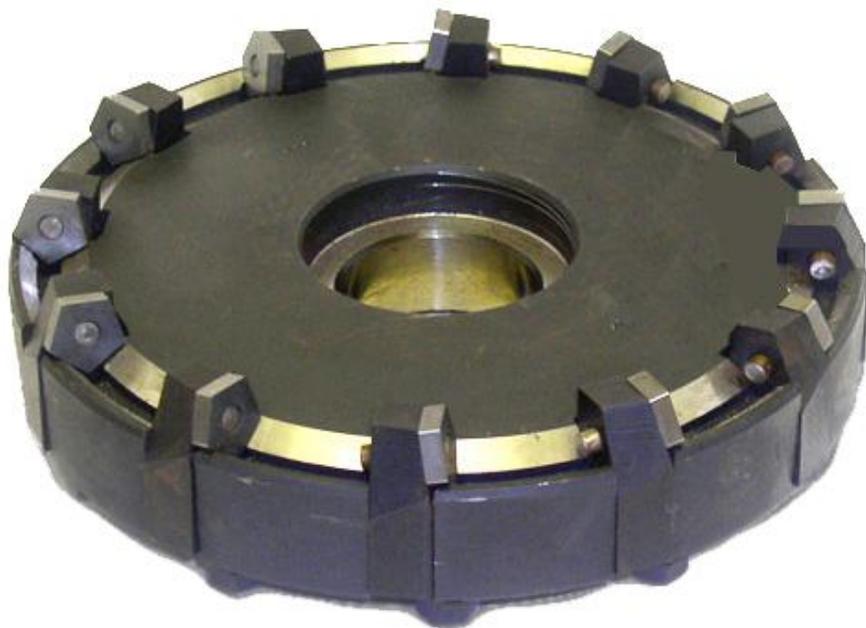
# Цилиндрическая сдвоенная фреза



# Торцовые фрезы



Торцовые фрезы большого диаметра (125 мм и выше) изготавливают насадными



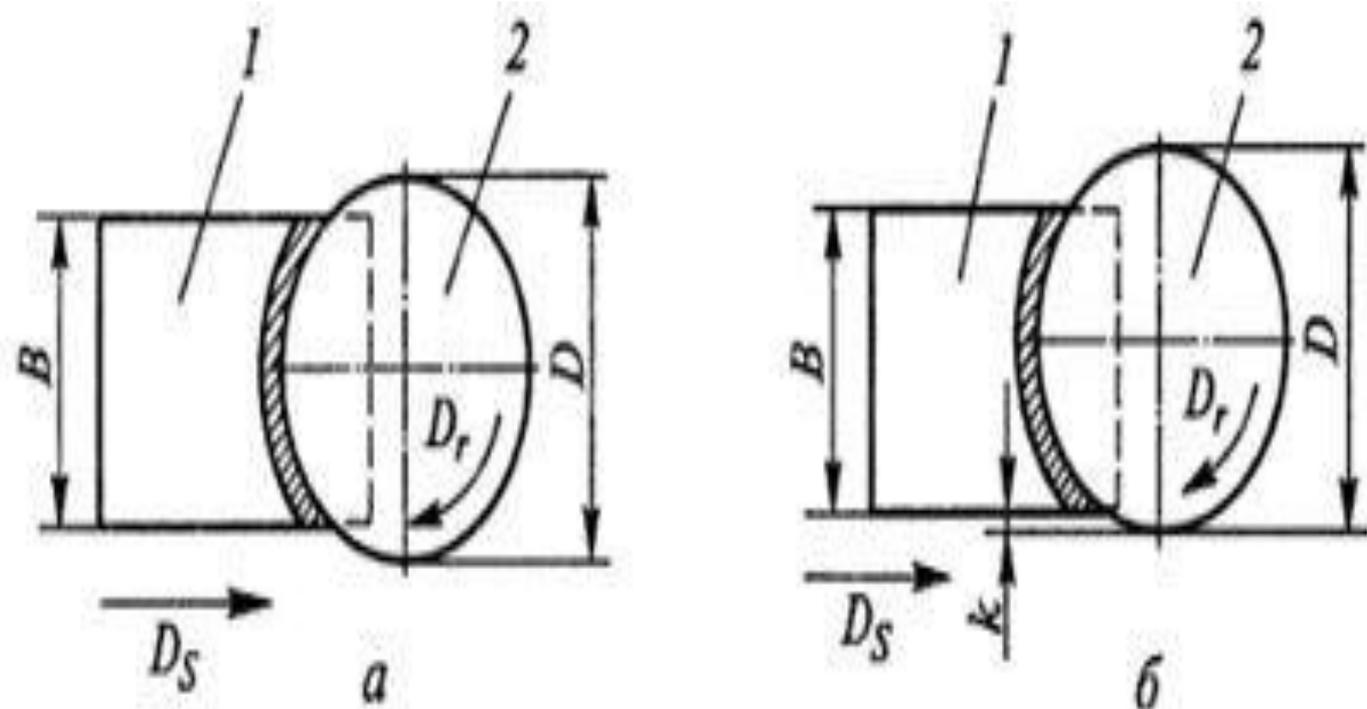


Рис. 5.18. Установка торцевой фрезы относительно заготовки:

*a* — симметрично (не рекомендуется); *b* — несимметрично (рекомендуется); 1 — заготовка; 2 — фреза;  $D$  — диаметр фрезы;  $B$  — ширина заготовки;  $D_r$  — направление движения резания;  $D_s$  — движение подачи;  $k$  — смещение центра фрезы относительно оси симметрии заготовки

Рис. 5.20. Неправильная установка торцовой фрезы при обработке плоскостей:

1 — стол станка; 2 — щуп; 3 — контрольная плита;  $\beta$  — угол поворота оси фрезы относительно перпендикуляра к плоскости стола;  $\delta$  — неплоскостность обработанной заготовки

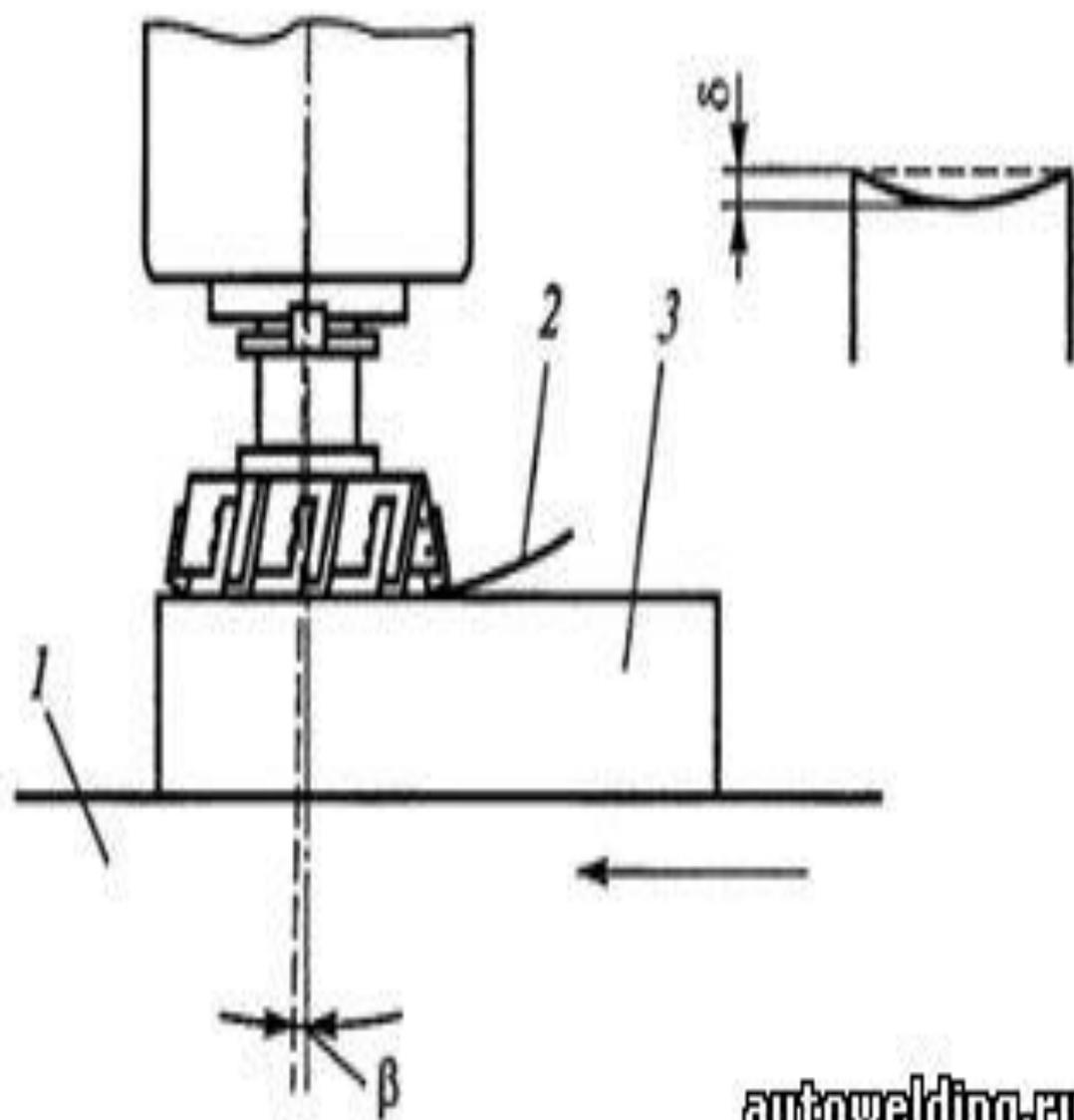
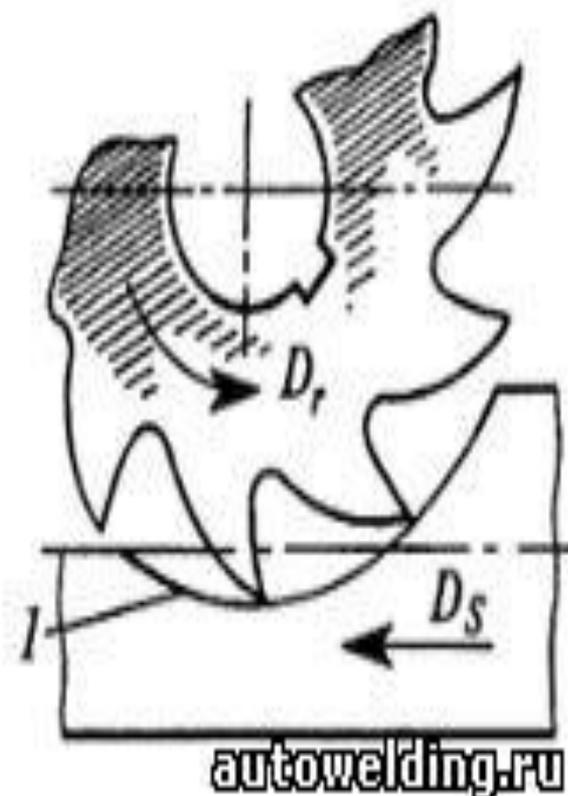


Рис. 5.21. Подрезание плоской поверхности, вызываемое временным прекращением движения подачи цилиндрической фрезы:

$l$  — лунка;  $D_r$  — направление движения резания;  
 $D_s$  — направление движения подачи



# фрезерование наклонных плоскостей и скосов

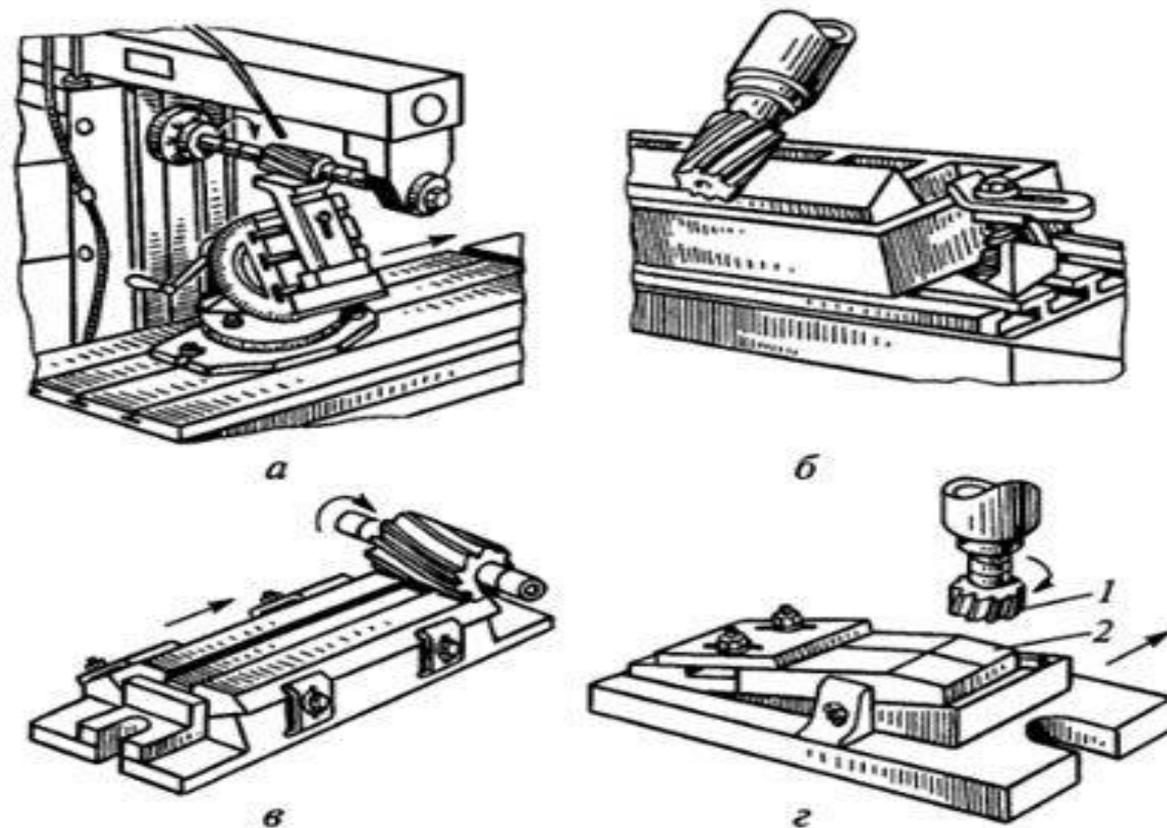
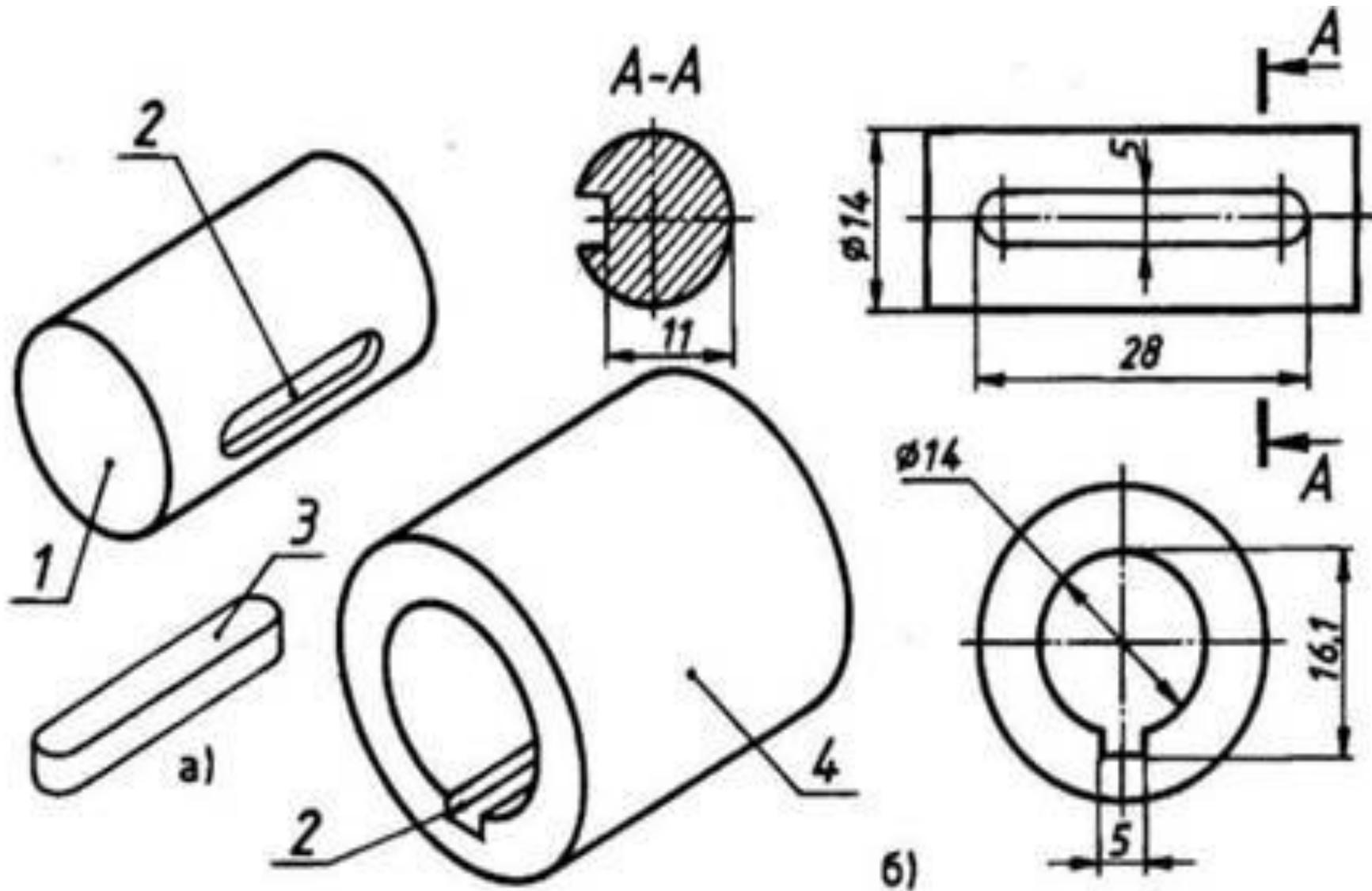


Рис. 5.19. Фрезерование наклонных плоскостей:

*a* — фрезерование наклонной плоскости на универсальной поворотной плите; *б* — фрезерование наклонной плоскости концевой фрезой; *в* и *г* — обработка наклонных плоскостей в специальных приспособлениях цилиндрической (*в*) и торцевой (*г*) фрезой; *1* — фреза; *2* — заготовка

# Обработка шпоночных пазов

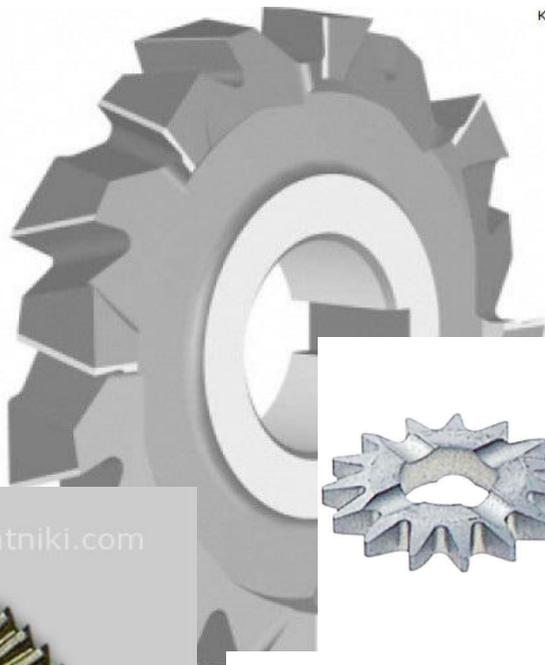


# Обработка пазов

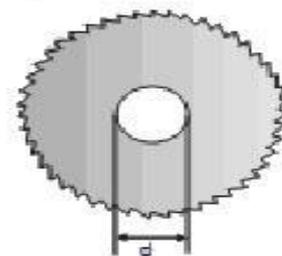
Диаметр концевых фрез выбирают меньшим (до 0,1 мм) ширины канавки, так как при фрезеровании наблюдается разбивание канавки.



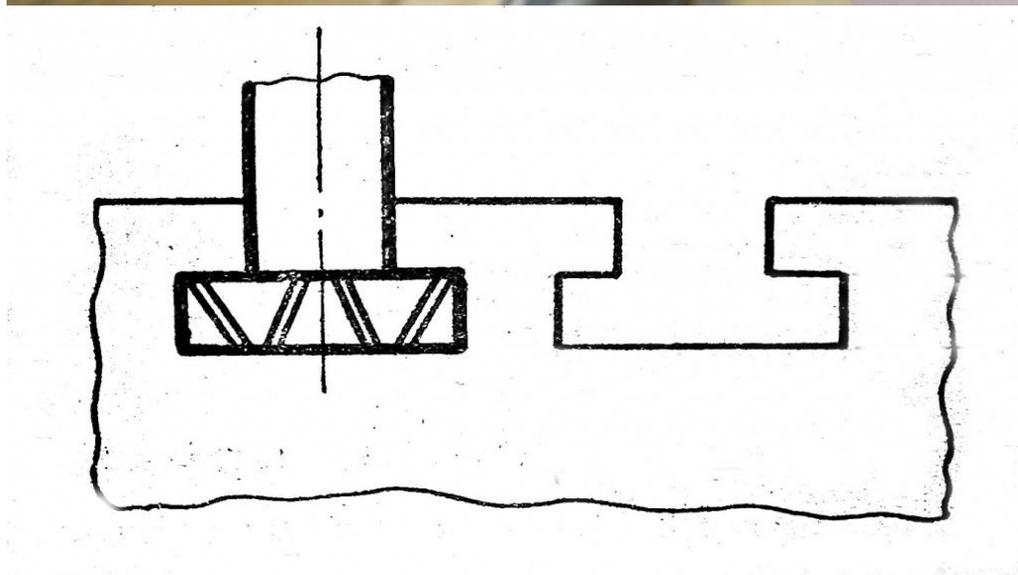
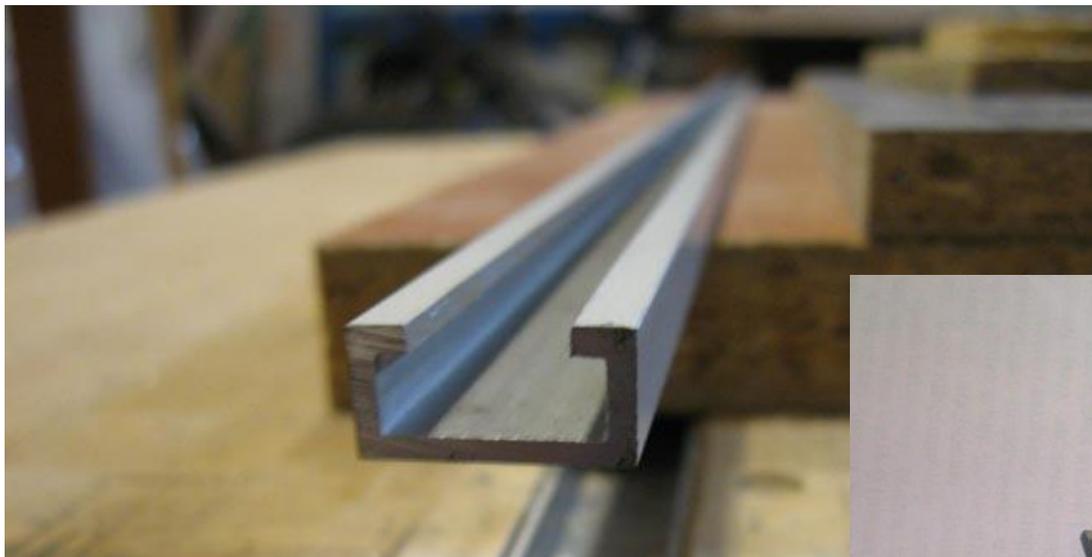
# Дисковые фрезы для обработки пазов



KORVET.su



# Обработка Т-образных пазов



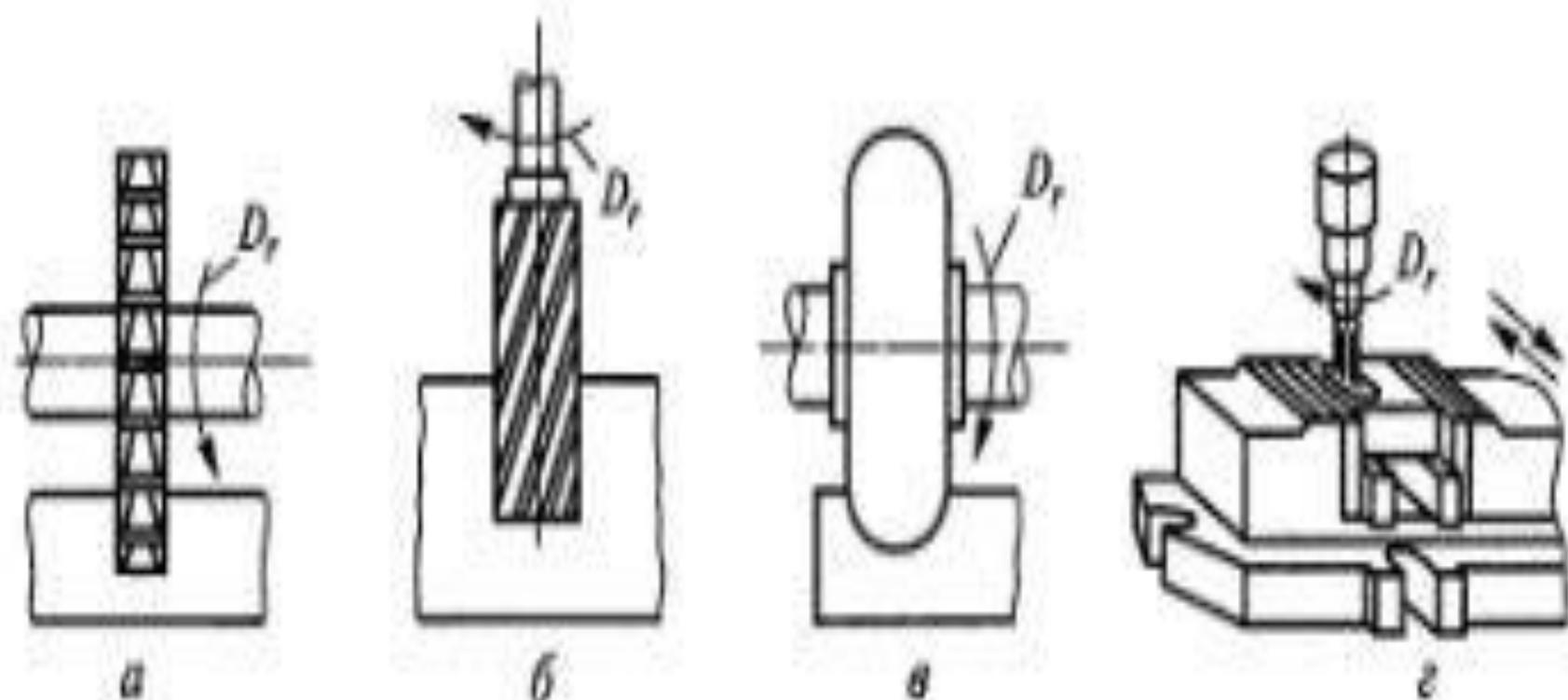


Рис. 5.23. Схемы фрезерования прямоугольных и фасонных пазов:

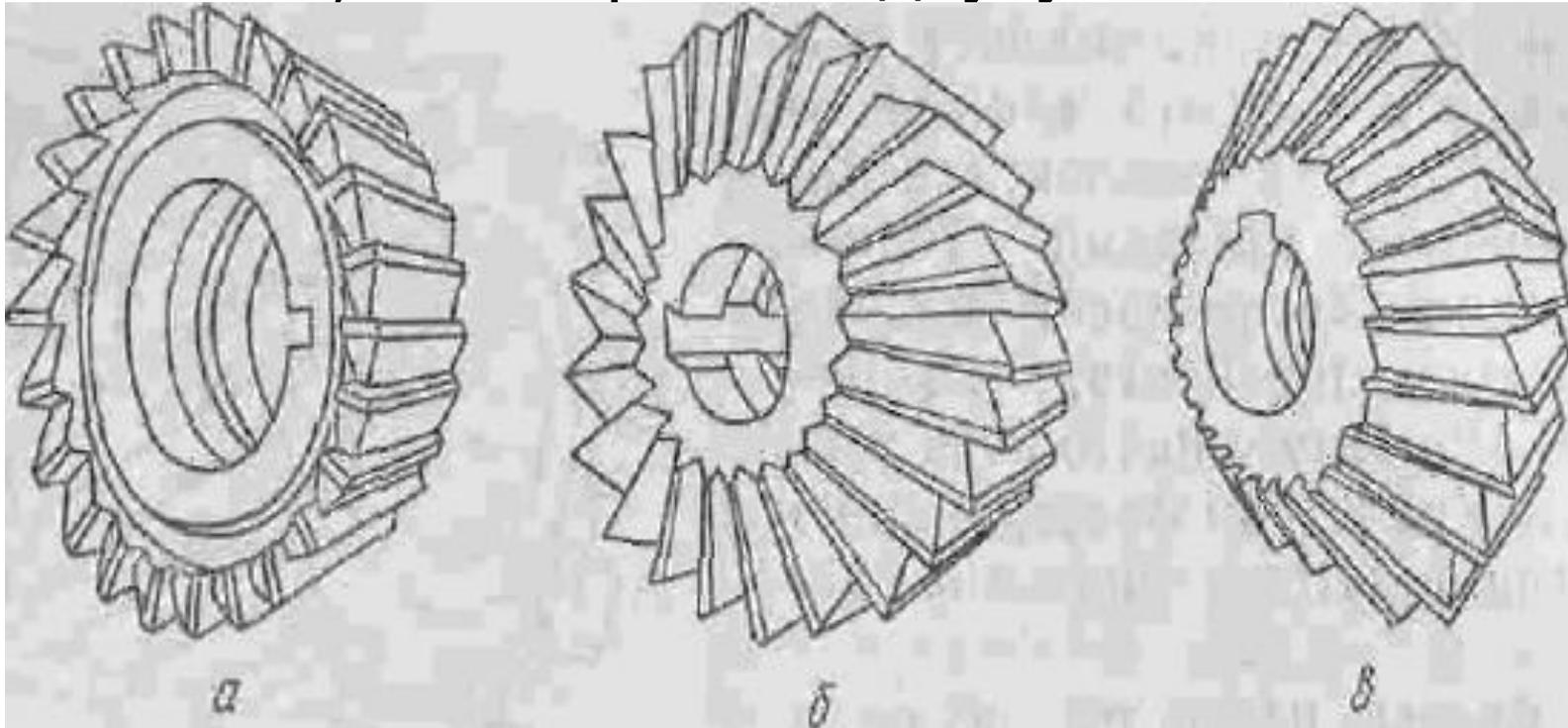
*a* — дисковые трехсторонние фрезы; *б* — дисковые пазовые или концевые фрезы;  
*г* — концевые фрезы;  $D_r$  — направление вращения фрезы

# Угловые фрезы используются при фрезеровании угловых пазов и наклонных плоскостей.

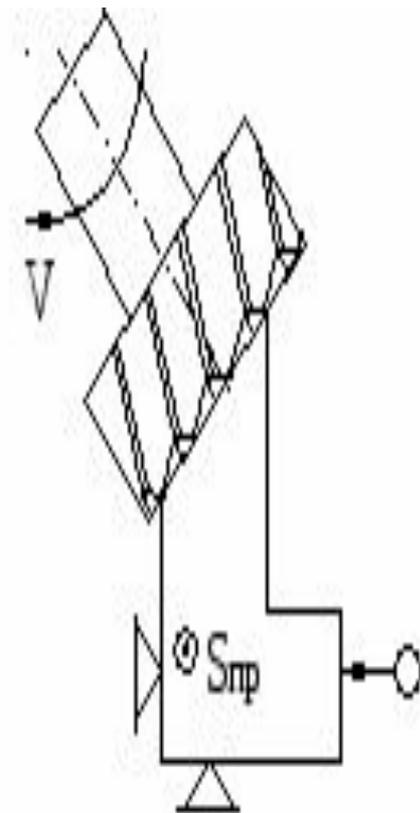
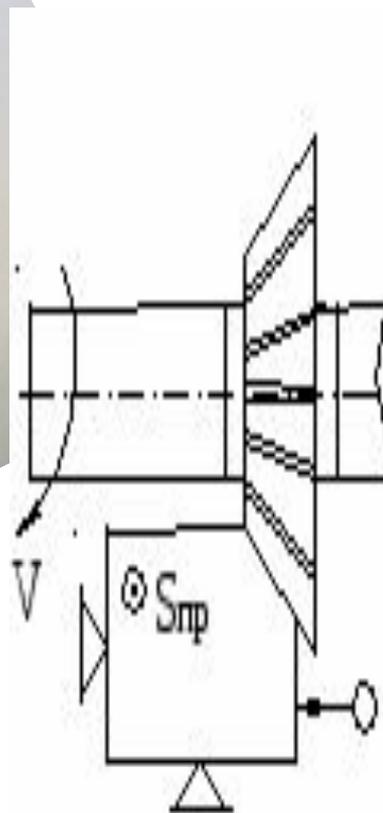
А) одноугловые

б) двухугловые

в) симметричные двухугловые



Угловые фрезы малых размеров изготавливаются концевыми с цилиндрическим или коническим хвостовиком.



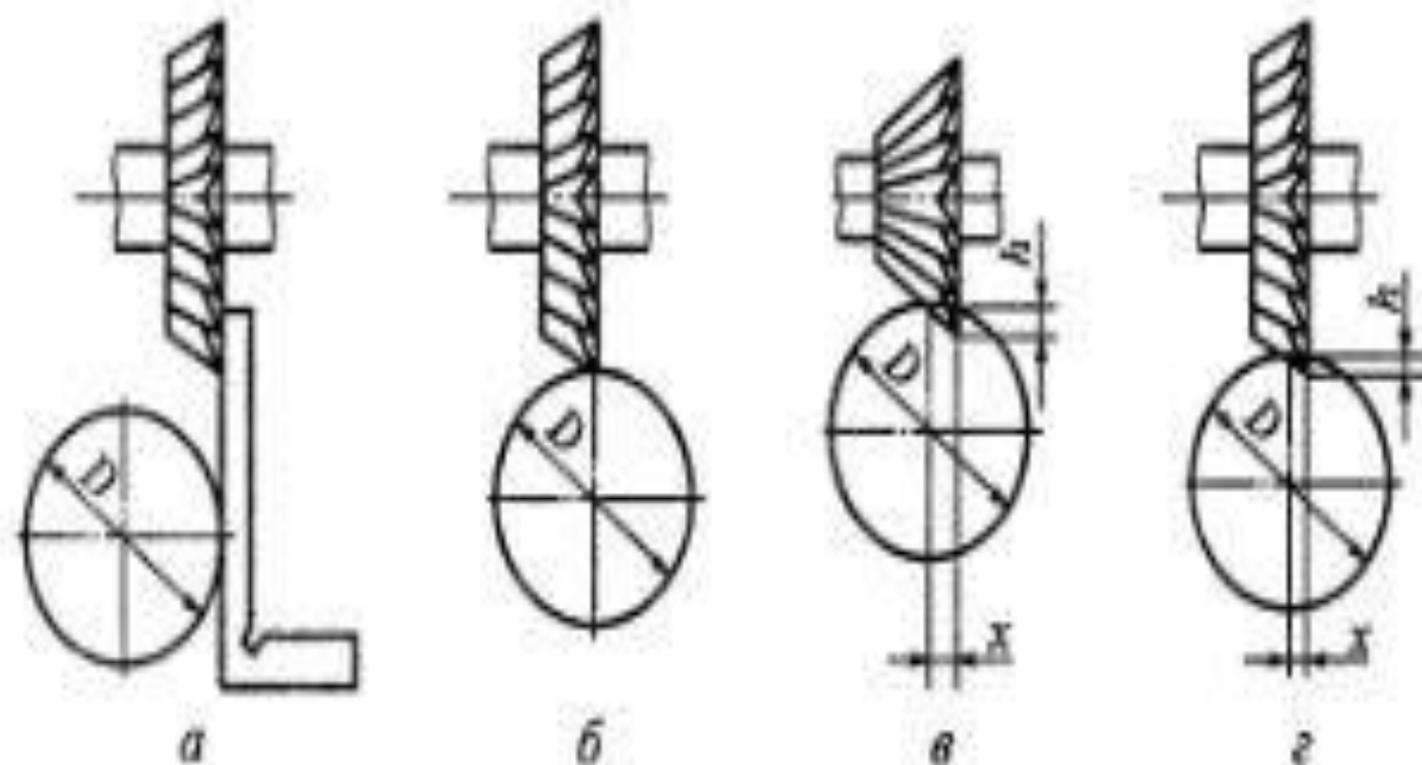


Рис. 5.26. Схема установок фрез при фрезеровании канавок режущих инструментов:

*a, б, в, г* — переходы при наладке станка; *D* — диаметр заготовки; *h* — глубина фрезерования; *x* — смещение торца фрезы относительно осевой плоскости заготовки

# Шпоночные фрезы

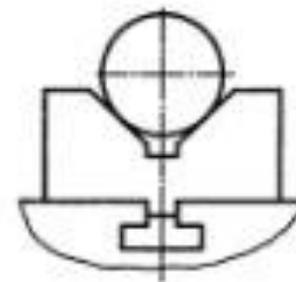


Рис. 5.24. Установка призмы на столе станка

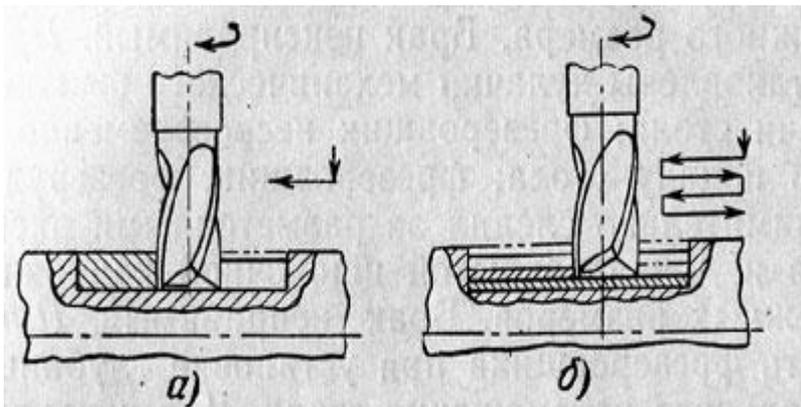


Рис. 139. Схема подачи при фрезеровании шпоночной канавки:

*a* — ручное врезание фрезы при работе на консольно-фрезерном станке, *б* — автоматическое врезание фрезы (маятниковая подача) при работе на шпоночно-фрезерном станке



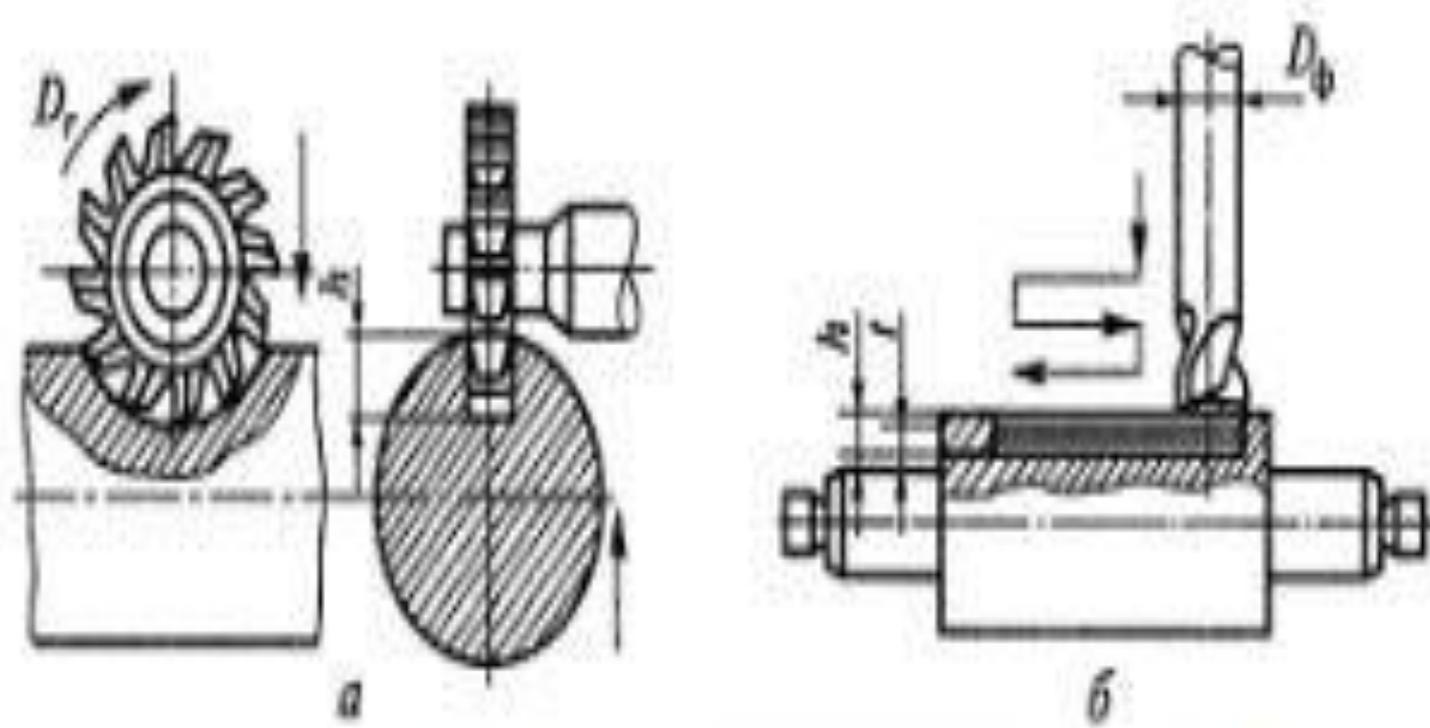
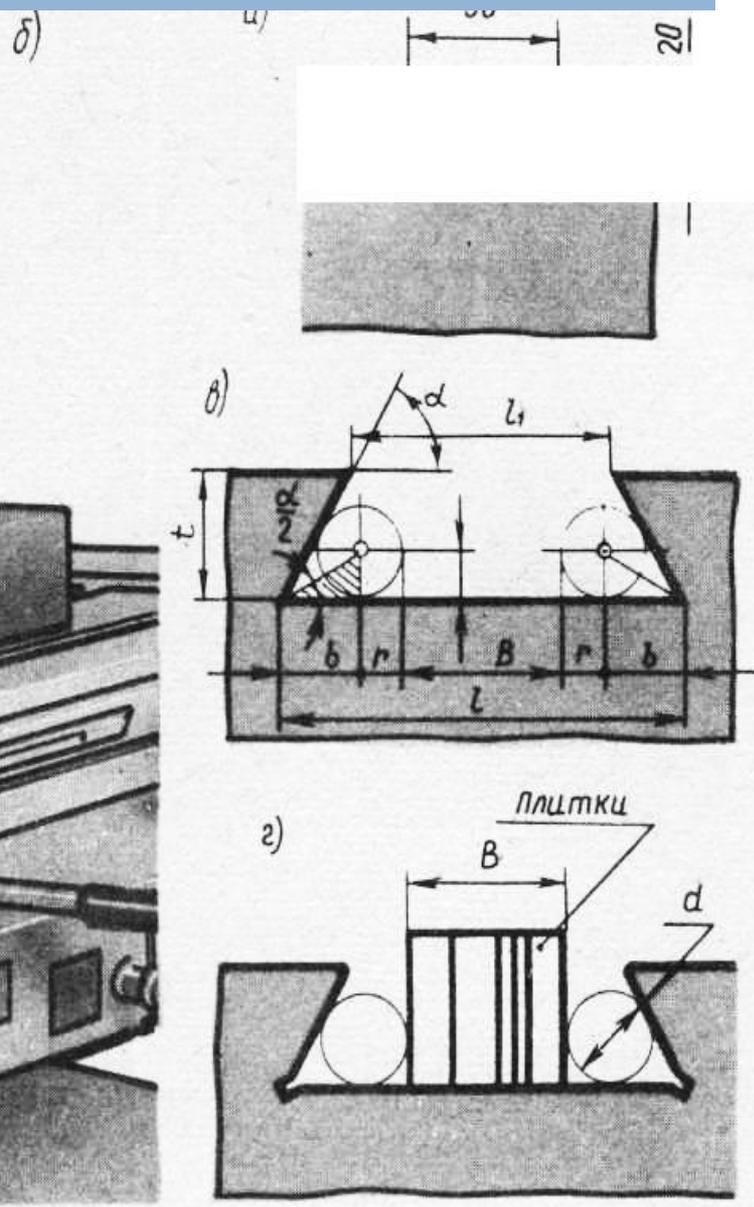
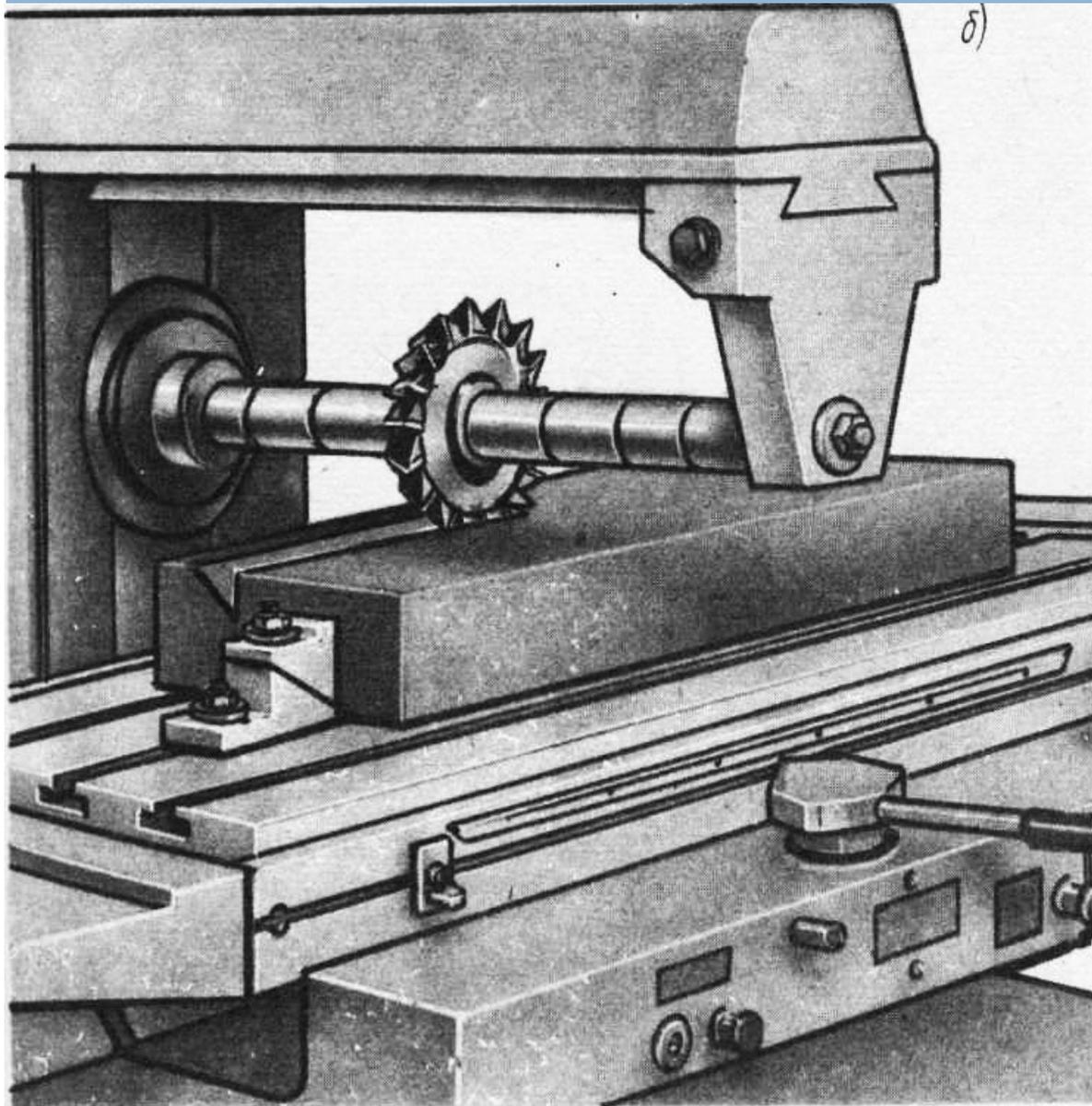


Рис. 5.25. ф

а — дисковая фрезина

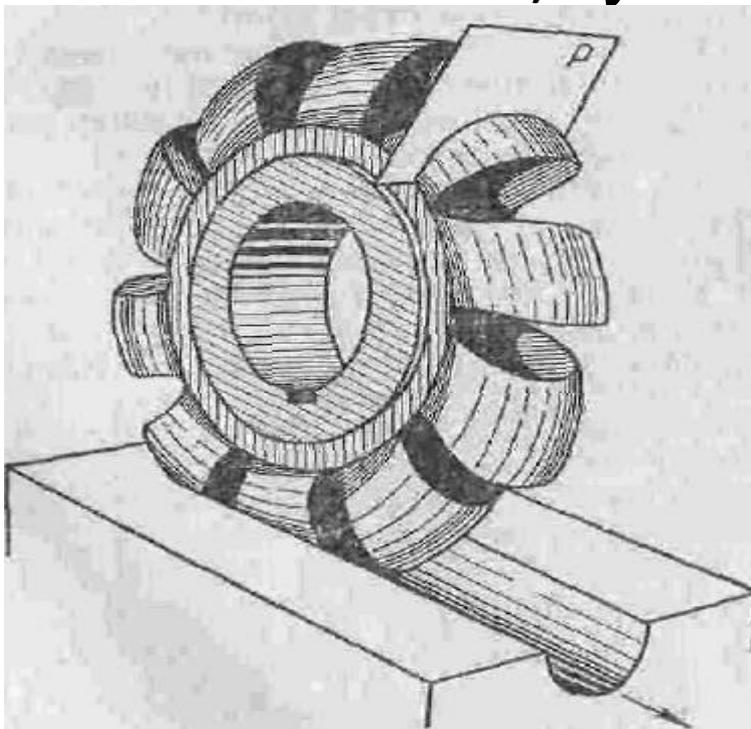
# Обработка уступов

# Разрезание заготовок

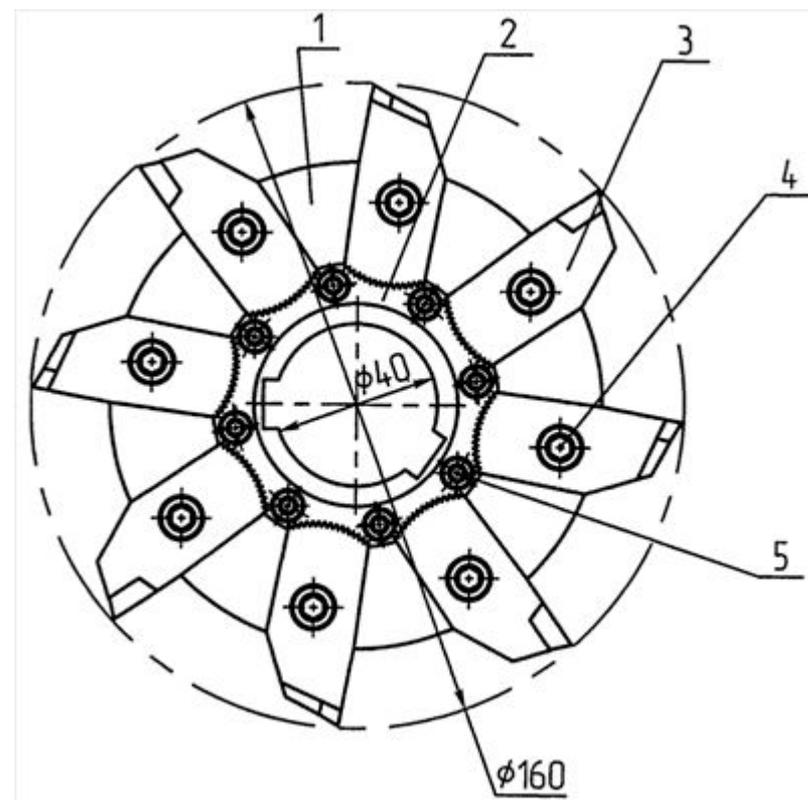


# Обработка фасонных поверхностей

- Фасонные фрезы по конструкции зубьев разделяются на фрезы с **затылованными** зубьями и фрезы с **остроконечными** (острозаточенными) зуб



# Сборная фасонная фреза



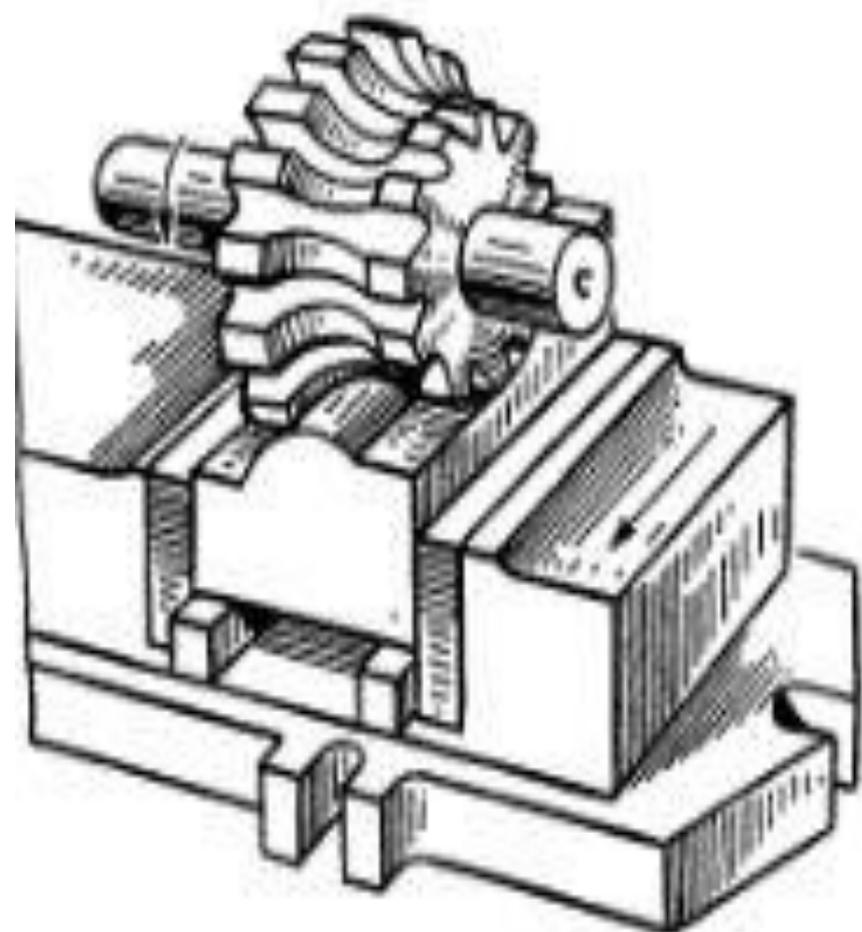


Рис. 5.29. Фрезерование фасонной поверхности фасонной фрезой

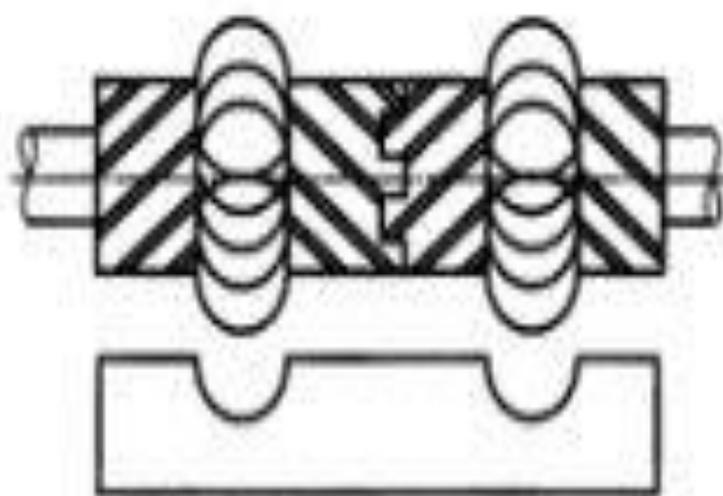


Рис. 5.30. Фрезерование фасонной поверхности [autowelding.ru](http://autowelding.ru)

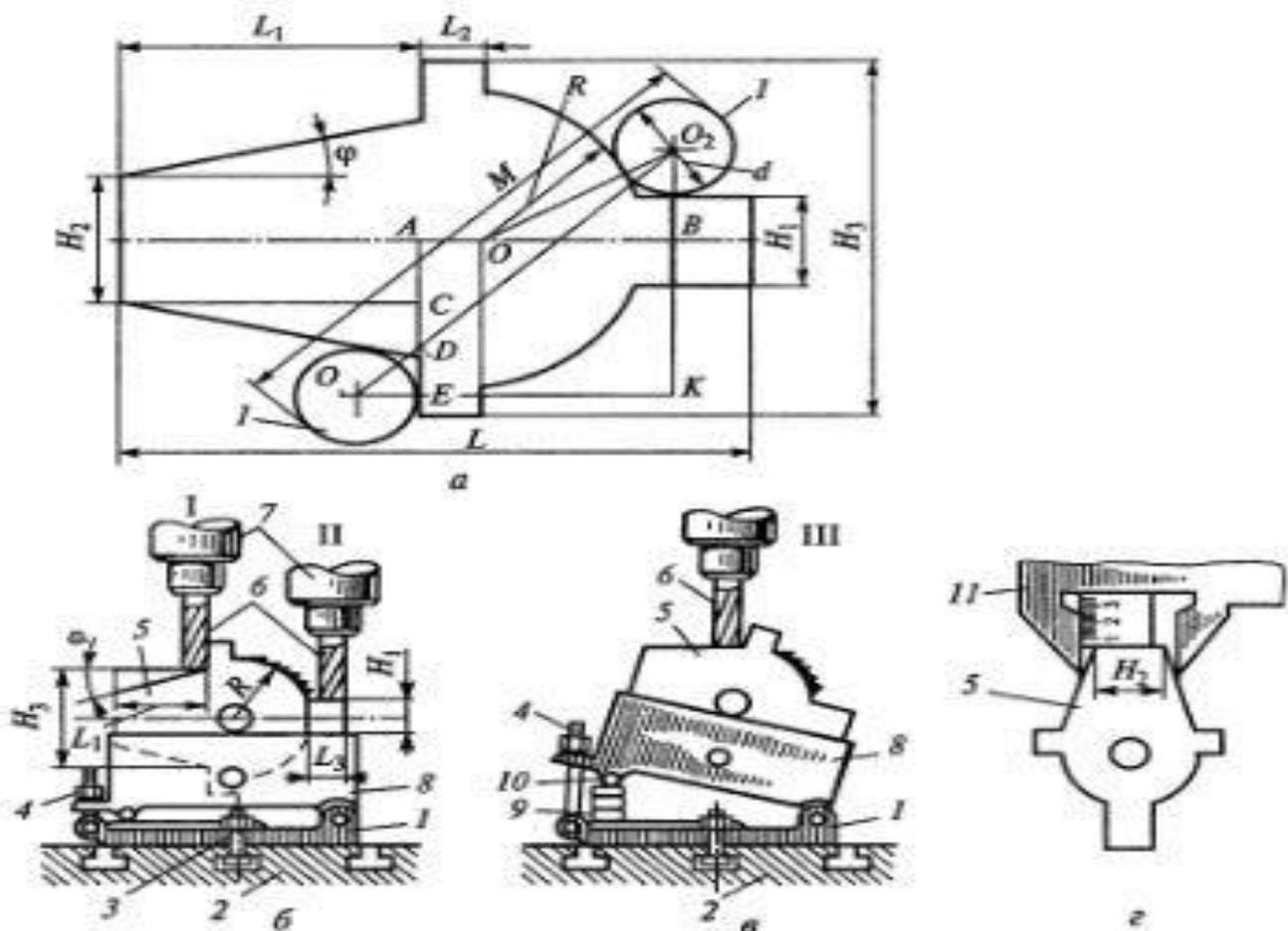


Рис. 5.31. Обработка сложного профиля пуансона вырубного штампа:  
*a* — профиль пуансона:  $H_1$ ,  $H_2$ ,  $H_3$ ,  $B$ ,  $A$ ,  $O$ ,  $C$ ,  $D$ ,  $E$ ,  $K$ ,  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $M$ ,  $R$ ,  $\varphi$  — размеры пуансона; *1* — измерительные рамки; *б* — фрезерование параллельных поверхностей в синусных тисках; *в* — фрезерование наклонной поверхности в синусных тисках; *г* — контроль профиля пуансона штангензубомером; *1* — нижняя плита тисков; *2* — стол станка; *3*, *4* — болты; *5* — заготовка пуансона; *6* — фреза; *7* — шпиндель инструмента; *8* — синусные тиски; *9* — плитки концевых мер; *10* — ролик; *11* — штангенциркуль;  $\varphi$ ,  $R$ ,  $L_1$ ,  $H_1$ ,  $L_2$ ,  $H_2$  — размеры пуансона

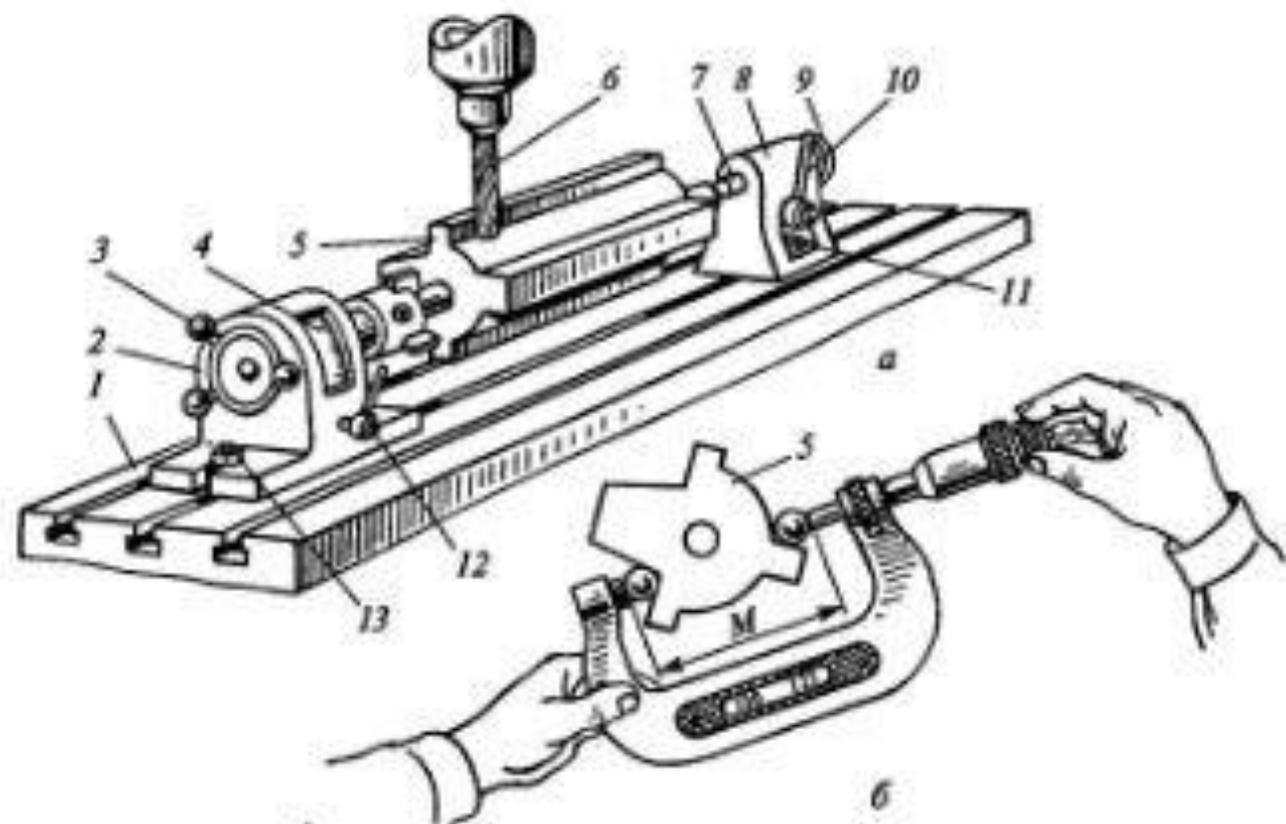


Рис. 5.32. Обработка цилиндрической поверхности пуансона в делительном приспособлении:

*a* — фрезерование, *b* — контроль обработанной поверхности; 1 — стол станка; 2 — делительное приспособление; 3 — рукоятка; 4 — нониус делительного приспособления; 5 — заготовка пуансона; 6 — фреза; 7 — центр; 8 — задняя бабка; 9 — маховик; 10 — рукоятка зажима; 11, 13 — болты; 12 — рукоятка; *M* — измеряемый размер

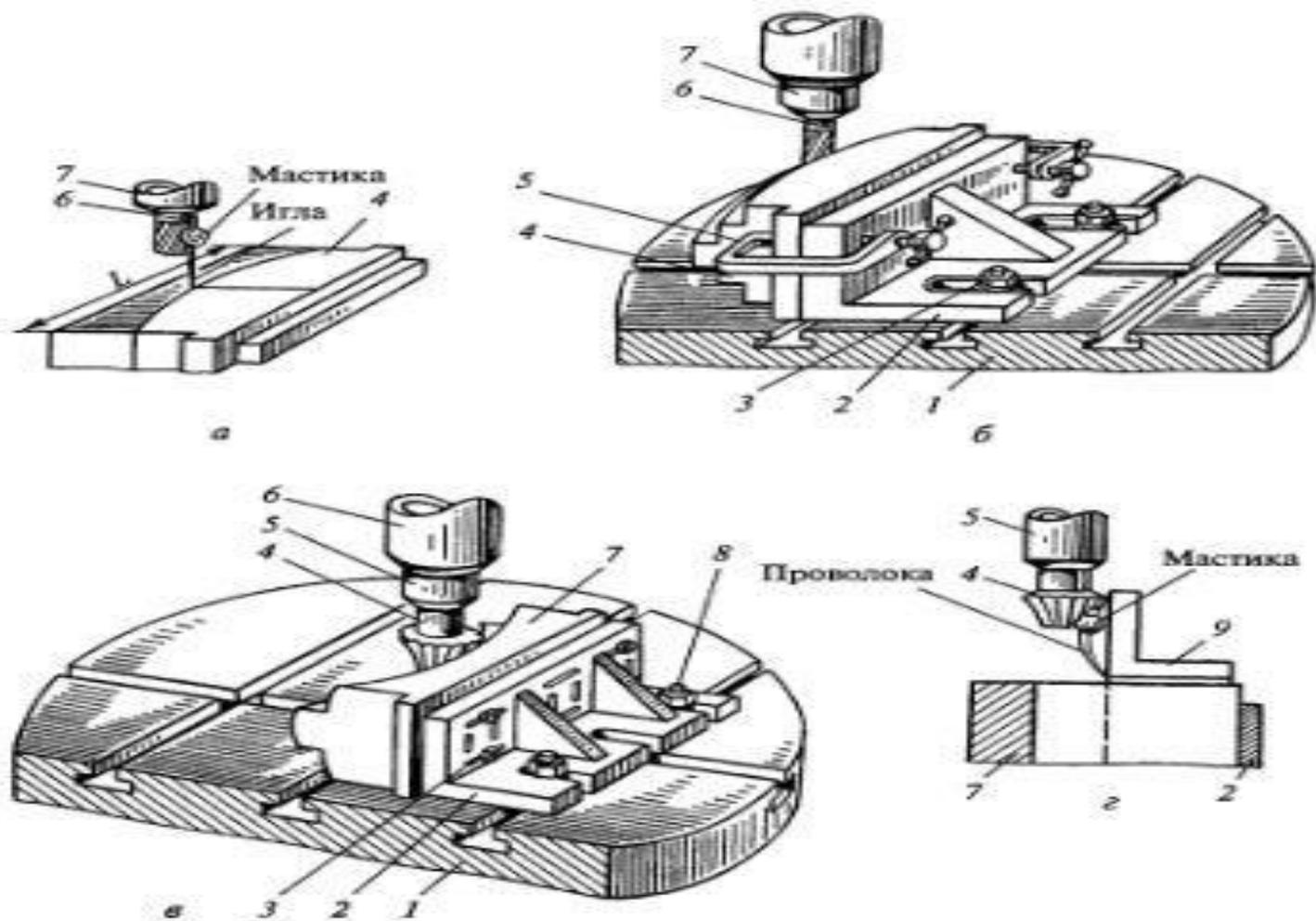
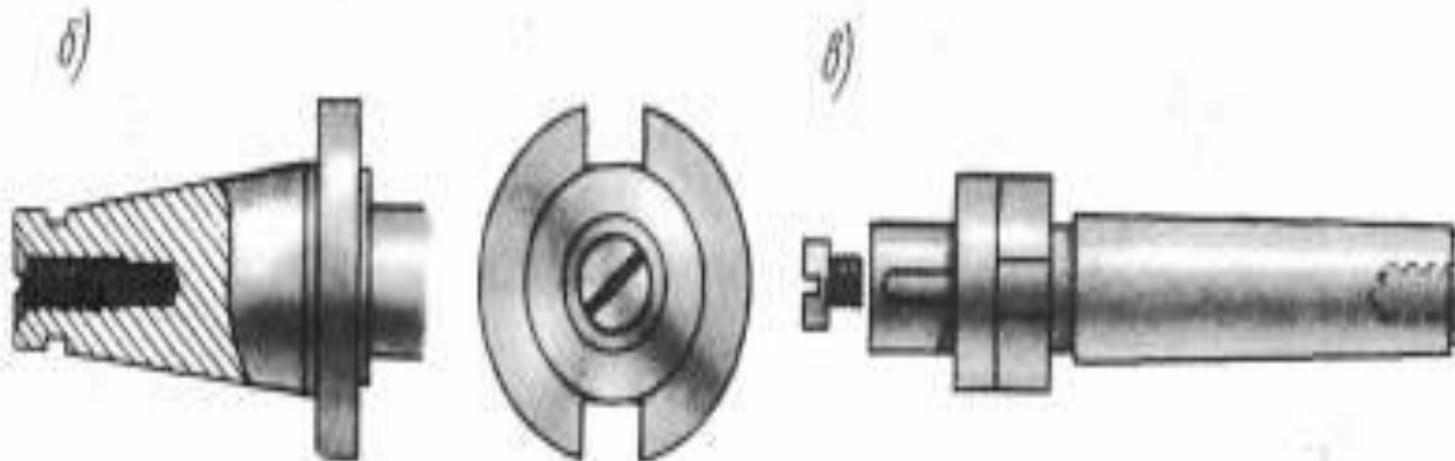
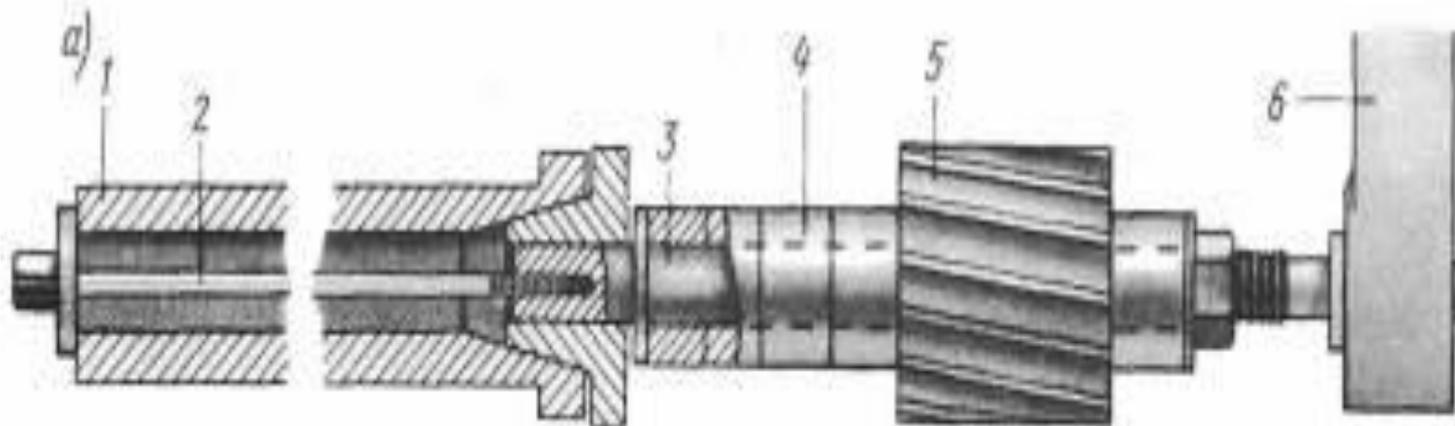


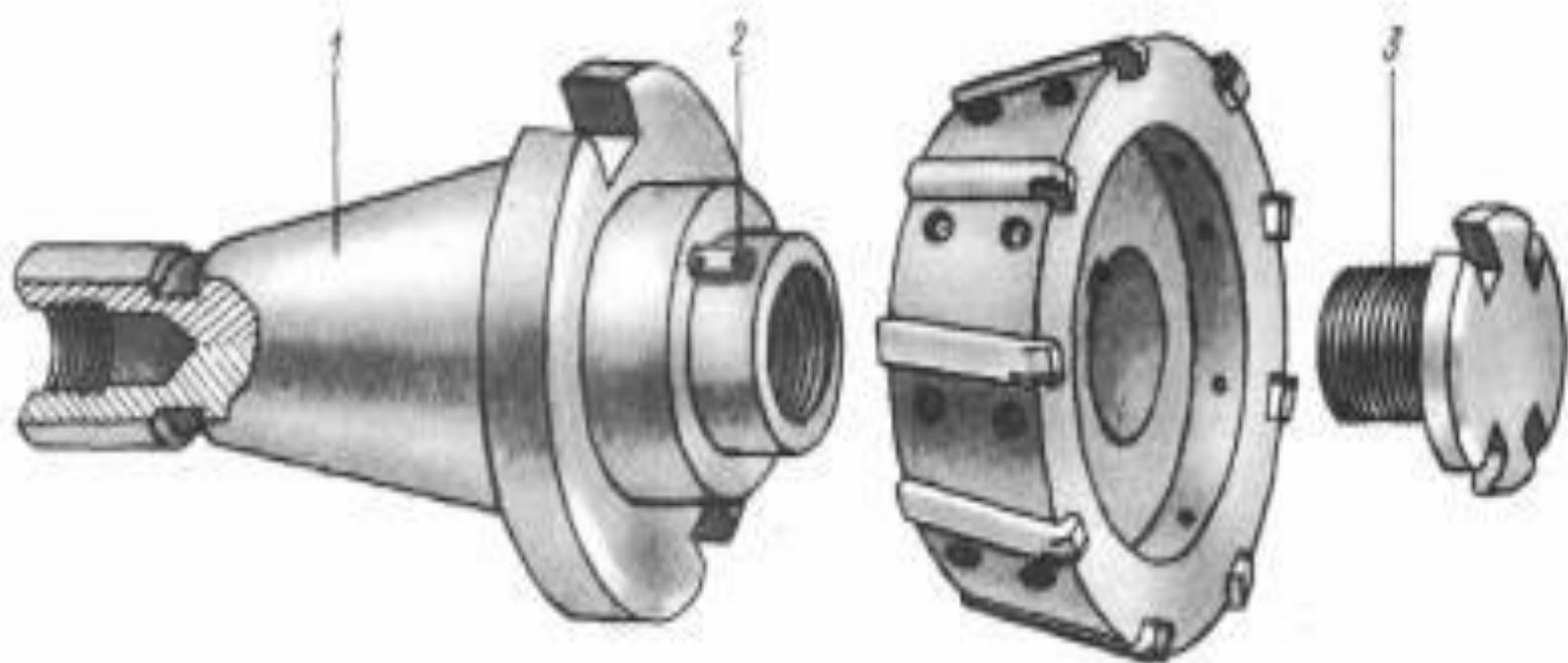
Рис. 5.33. Приемы фрезерования больших заготовок для получения выпуклых и вогнутых поверхностей:

*а, б* — фрезерование выпуклых поверхностей: *1* — поворотный стол; *2* — угольник; *3* — болты; *4* — заготовка пуансона; *5* — струбины; *6* — концевая фреза; *7* — шпиндель; *в, г* — фрезерование вогнутых поверхностей: *1* — стол; *2* — угольник; *3* — болты; *4* — концевая фреза; *5* — шпиндель; *6* — инструментальная головка; *7* — заготовка; *8* — болты; *9* — угольник

Оправка 3 для крепления цилиндрических и дисковых фрез 5 с установочными кольцами 4.

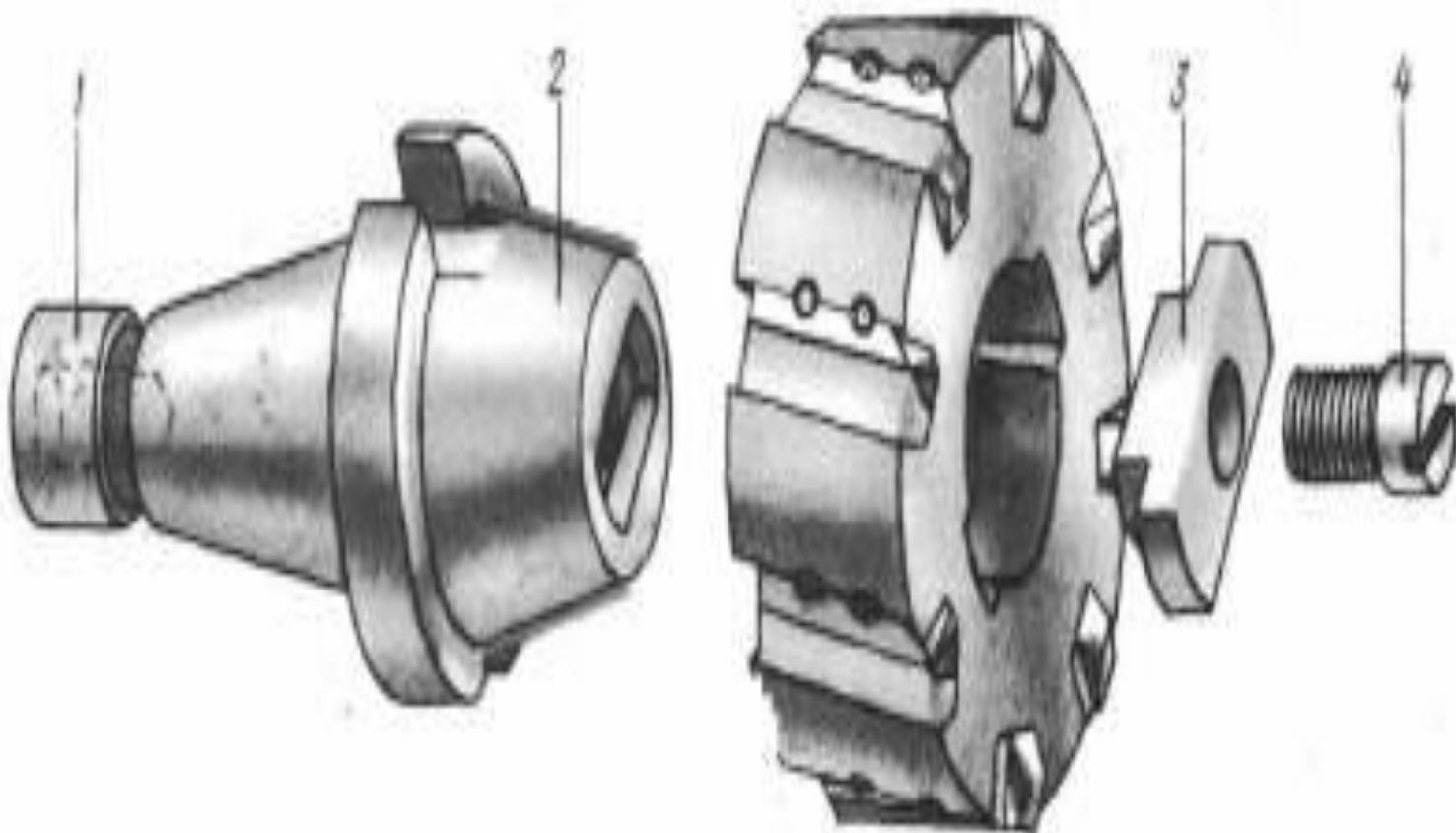
41





Фрезы с коническим посадочным отверстием закрепляют на конусе 2 фрезерной оправки с помощью вкладыша 3 и винта 4.

56



# Фрезы с цилиндрическим посадочным отверстием крепят непосредственно на цилиндрическом конце шпинделя

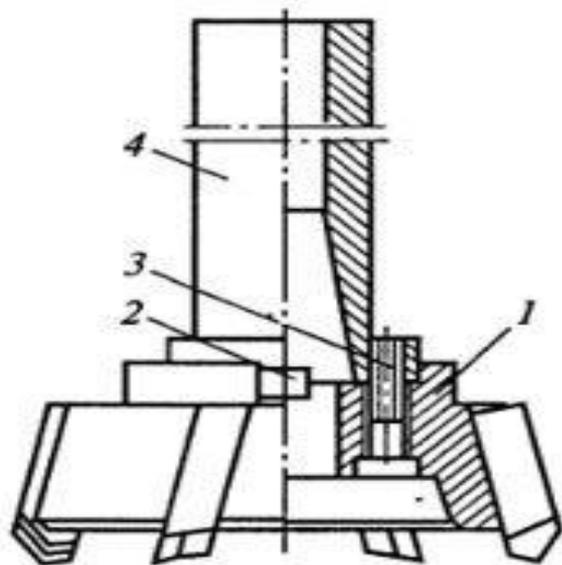


Рис. 5.8. Установка торцовых насадных фрез на шпиндель станка:  
1 — фреза; 2 — шпонка; 3 — винт; 4 — шпиндель

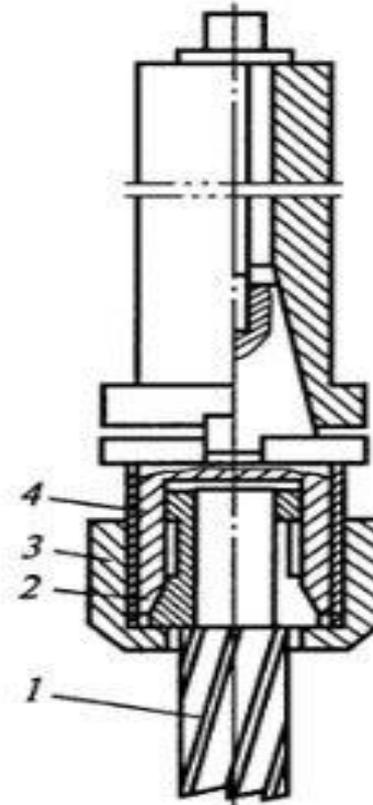
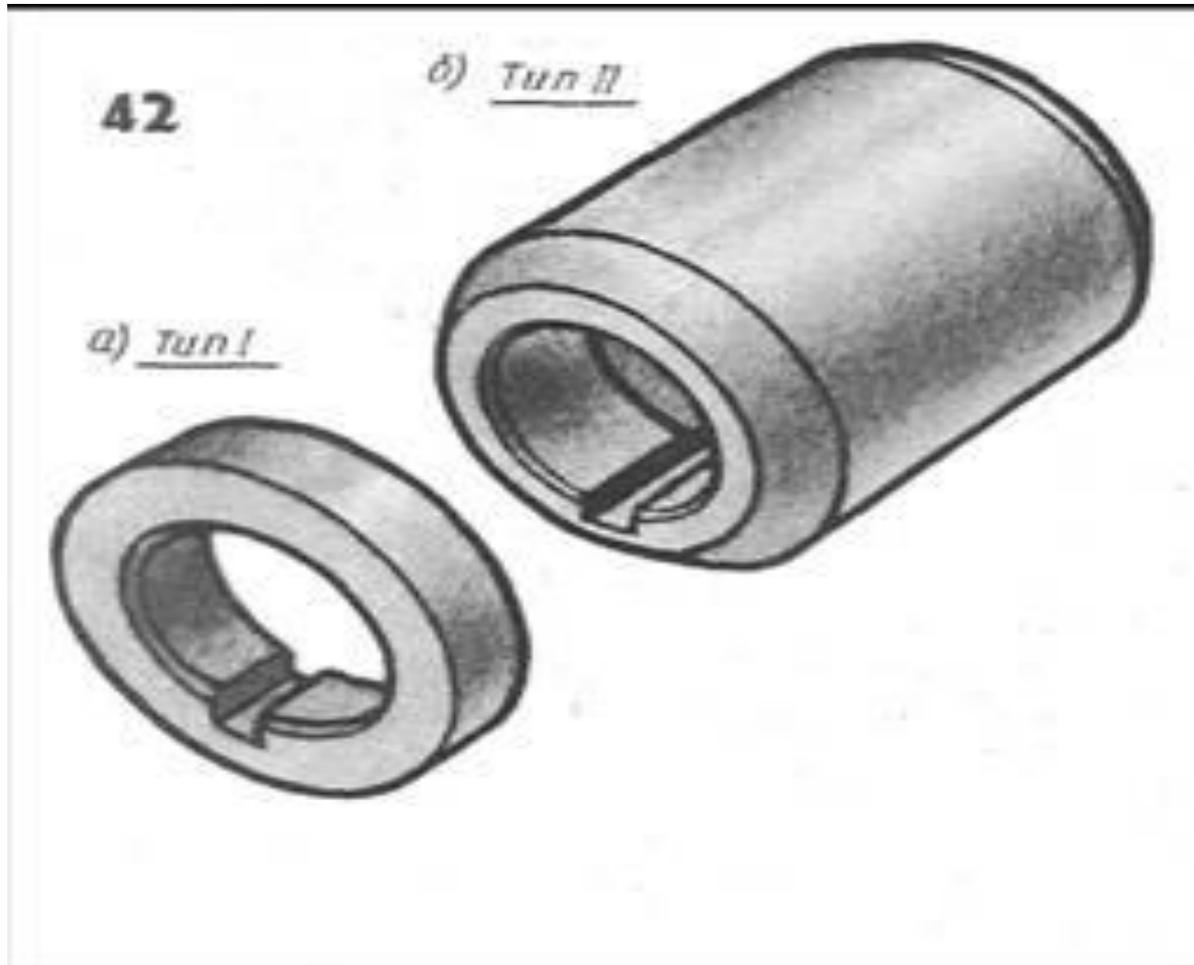
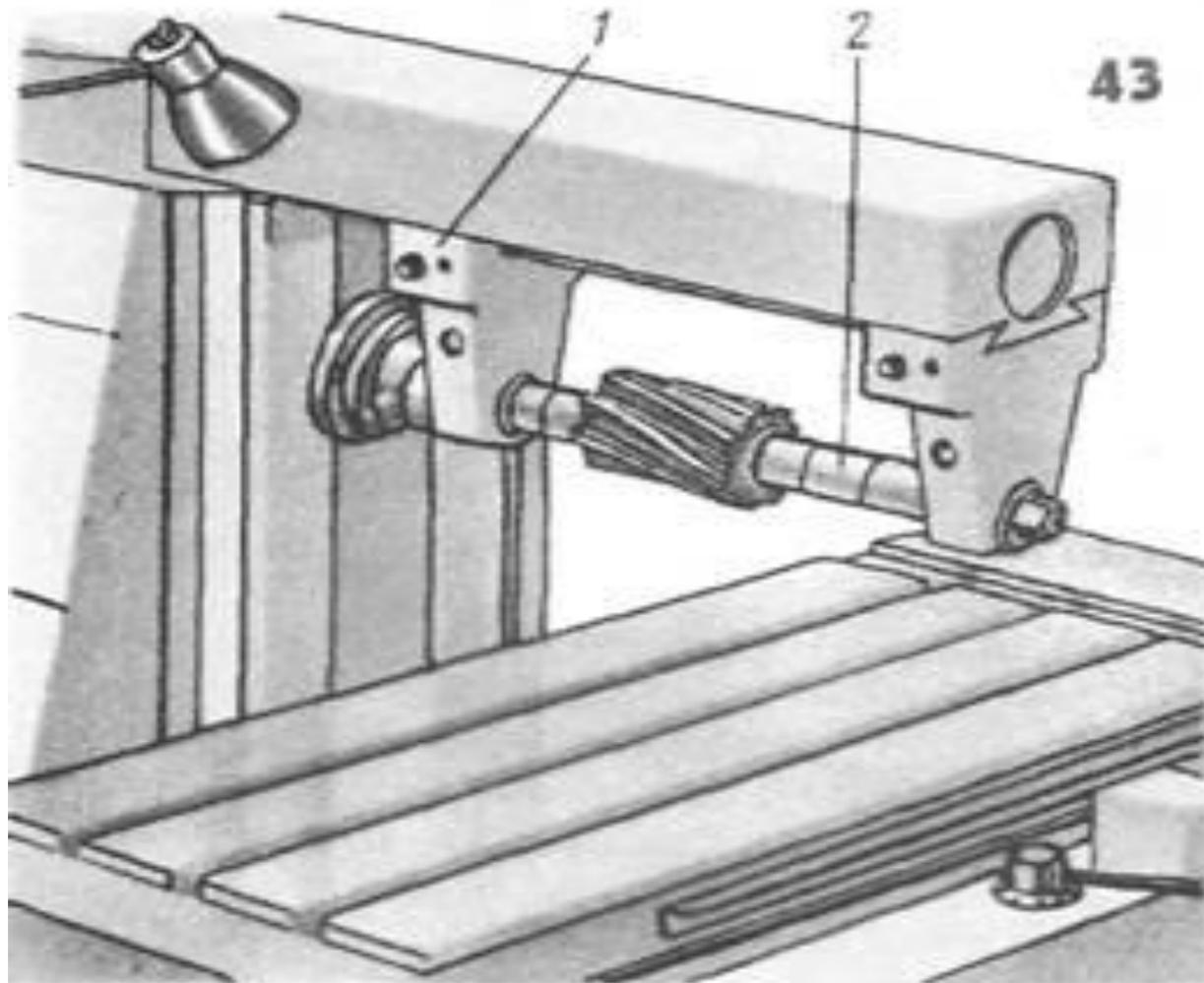


Рис. 5.9. Установка концевых фрез с цилиндрическим хвостовиком в патроне:  
1 — фреза; 2 — цанга; 3 — гайка; 4 — патрон

- Для расположения одной или нескольких фрез на оправке пользуются установочными кольцами двух типов различной ширины



- Если невозможно установить фрезу вблизи шпинделя, рекомендуется применять дополнительную подвесную серьгу 1 .



# Классификация фрезерных

## СТАНКОВ

1. Станки консольно-фрезерные:
  - а) горизонтально-фрезерные (с неповоротным столом);
  - б) горизонтально-фрезерные с поворотным столом (универсальные);
  - в) вертикально-фрезерные;
  - г) широкоуниверсальные.
2. Станки вертикально-фрезерные с крестовым столом (бесконсольные).
3. Станки продольно-фрезерные:
  - а) одностоечные;
  - б) двухстоечные.
4. Фрезерные станки непрерывного действия:
  - а) карусельно-фрезерные;
  - б) барабанно-фрезерные.
5. Станки копировально-фрезерные.
6. Станки шпоночно-фрезерные.
7. Торцефрезерные станки.
8. Станки фрезерные специализированные.

**612** консольный вертикально-фрезерный станок второго размера или со столом 320X 1250 мм.

Продольно-фрезерный станок **6662** имеет стол 1800X6000 мм

**682Г** означает, что это — станок горизонтально-фрезерный, в отличие от базовой модели универсально-фрезерного станка

**6М82Ш** означает широко-универсальную модель консольного горизонтально-фрезерного станка

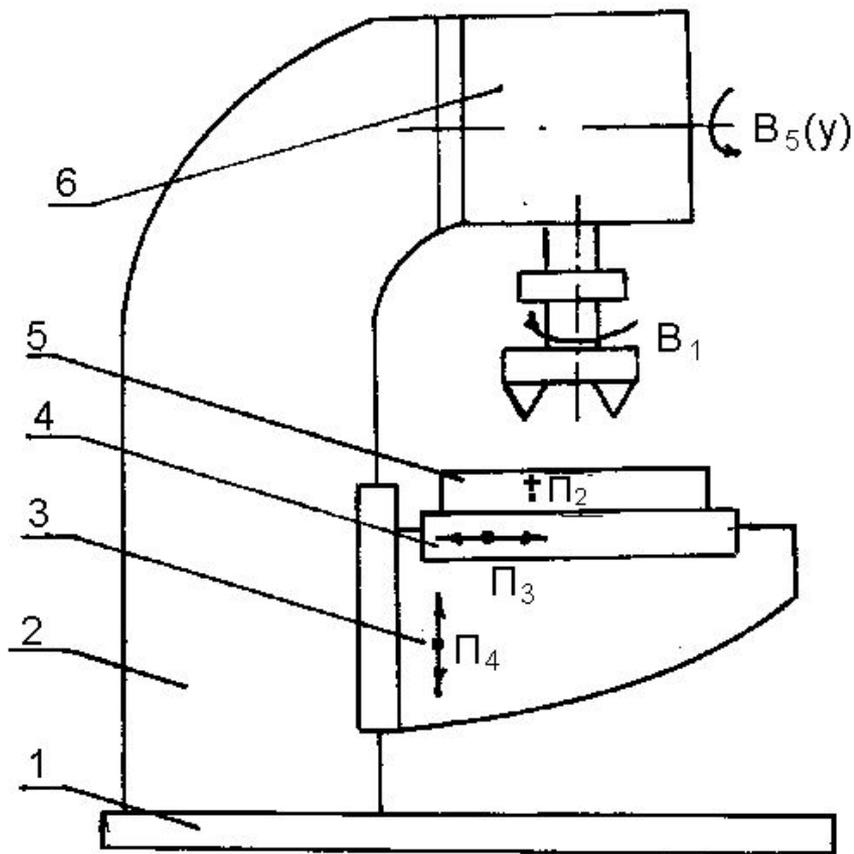
**6Р12Б** — быстроходная модель

различное исполнение станков в зависимости от точности

(Н — нормальной точности, П — повышенной, В — высокой, А — особо высокой и С — станки особо точные, называемые мастер-станками)

**6520ФЗ**- исполнение с учетом используемой системы управления станком(с ЧПУ)

**Фрезерной бабкой** называется узел станка, в котором смонтированы механизмы, обеспечивающие фрезе вращательное движение  $v$ .



Тяжелые детали обрабатывают на фрезерных станках с **крестовым столом** .

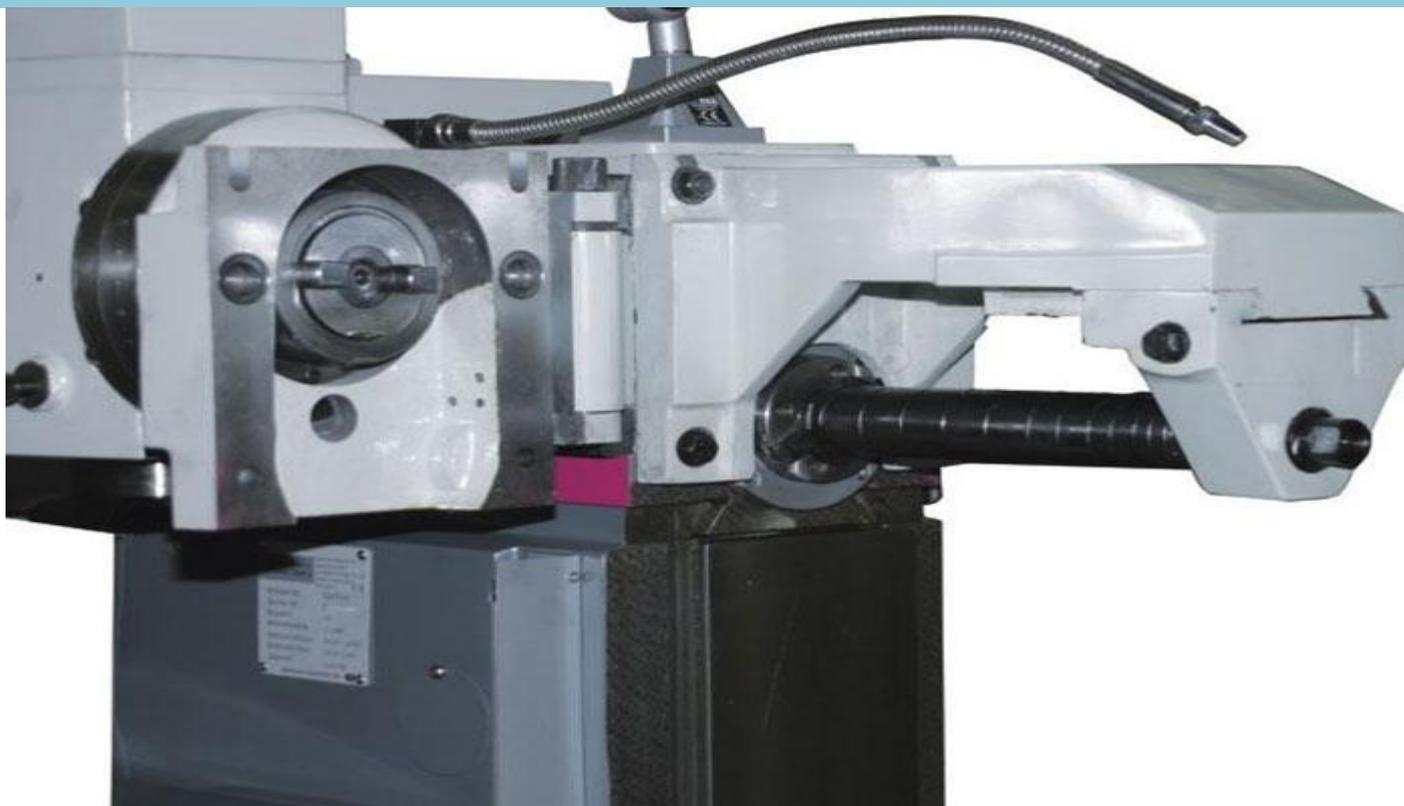
Стол при перемещениях выходит за пределы направляющих салазков или «свисает» с направляющих салазков.



По направляющим основания в поперечном направлении перемещаются салазки, по направляющим которых перемещается в продольном направлении стол. Эти два движения взаимно перекрещиваются, поэтому группа стол — салазки и получила название «крестового стола».

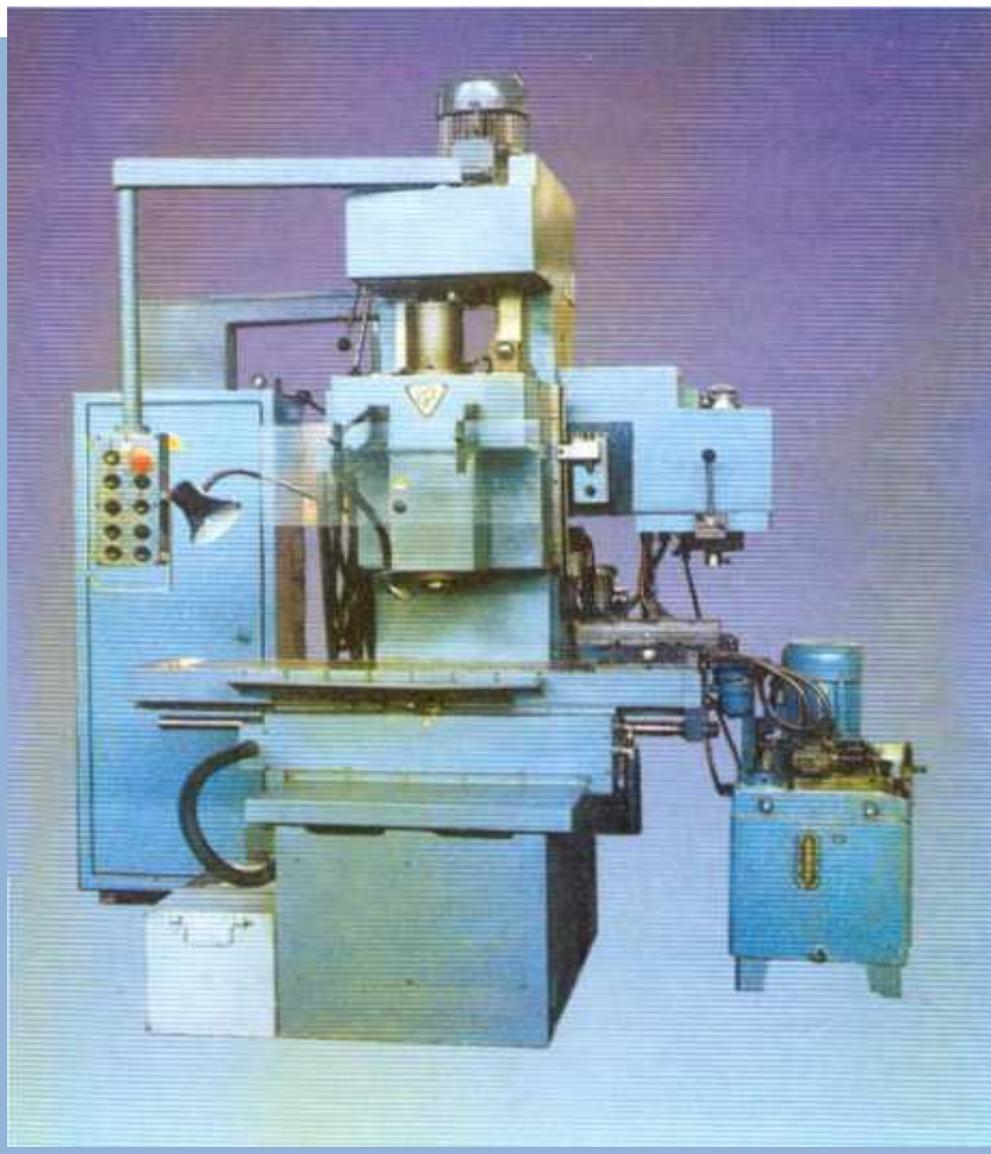


**Хобот станка-** часть станины станка в виде горизонтальной консольной балки, которая обычно может перемещаться в продольном направлении .



# вертикальные бесконсольные

Шпиндель расположен вертикально и перемещается в этом же направлении. Перемещение стола происходит только в продольном и поперечном направлениях.



# консольные вертикально-фрезерные

Здесь шпиндель расположен вертикально.

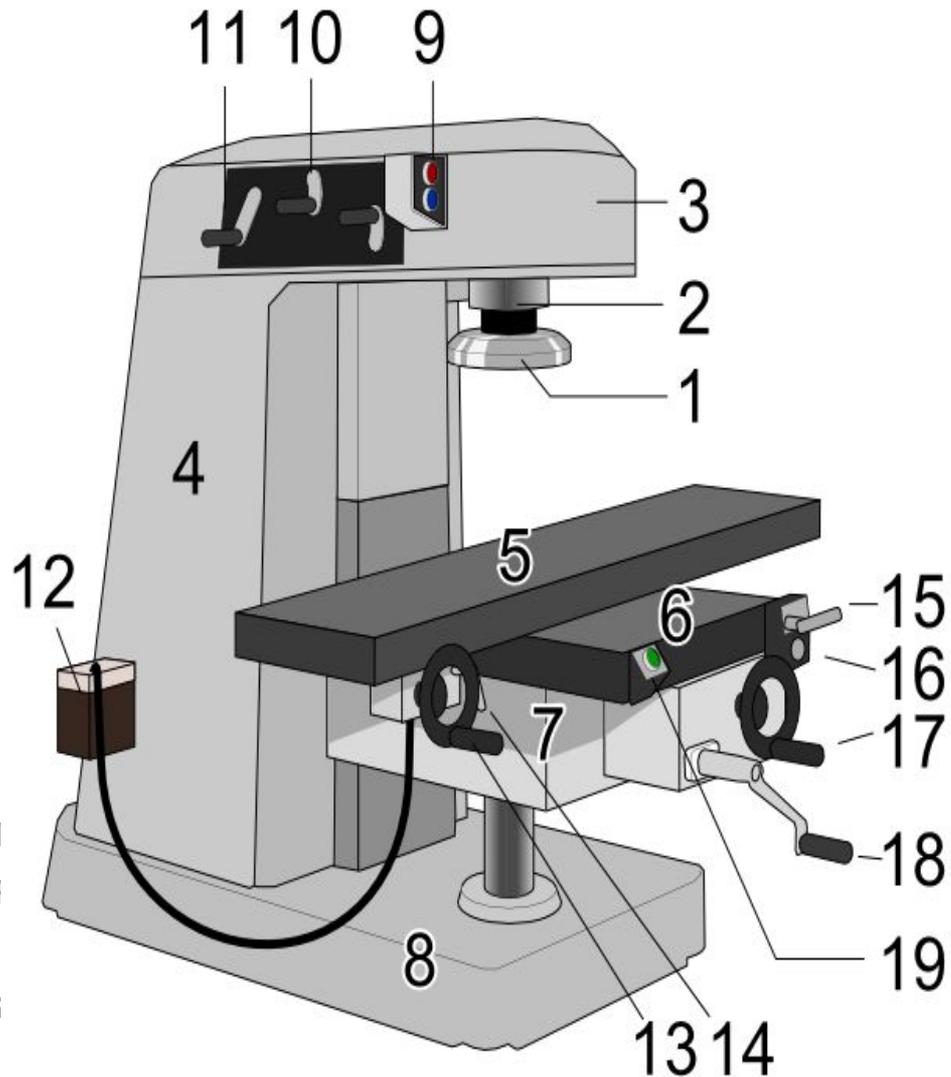
Перемещается вертикально, но есть модели с поворотным шпинделем.

Перемещение стола возможно в вертикальном направлении, а также в горизонтальном направлении перпендикулярно оси шпинделя.



# Вертикально-фрезерный консольный станок

- 1 — фреза
- 2 — шпиндель
- 3 — хобот
- 4 — стойка
- 5 — стол
- 6 — салазки
- 7 — консоль
- 8 — фундаментная плита
- 9 - панель запуска шпинделя
- 10 - регулировка передач шпинделя
- 11 - регулировка скорости Вращения шпинделя
- 12 - Подача СОЖ
- 13 - Продольное перемещение стол
- 14,15,16 - ускоренные перемещения стола
- 17 - поперечное перемещение стол;



- Консоль фрезерного станка представляет собой деталь коробчатой формы. Она перемещается по вертикальным направляющим станины.
- Салазки, смонтированные на консоли, перемещаются в поперечном направлении,
- стол перемещается по направляющим салазок в продольном направлении.
- группа стол—салазки — консоль имеет три движения, необходимые для обработки детали фрезой, имеющей вращательное движение.

## продольно-фрезерные

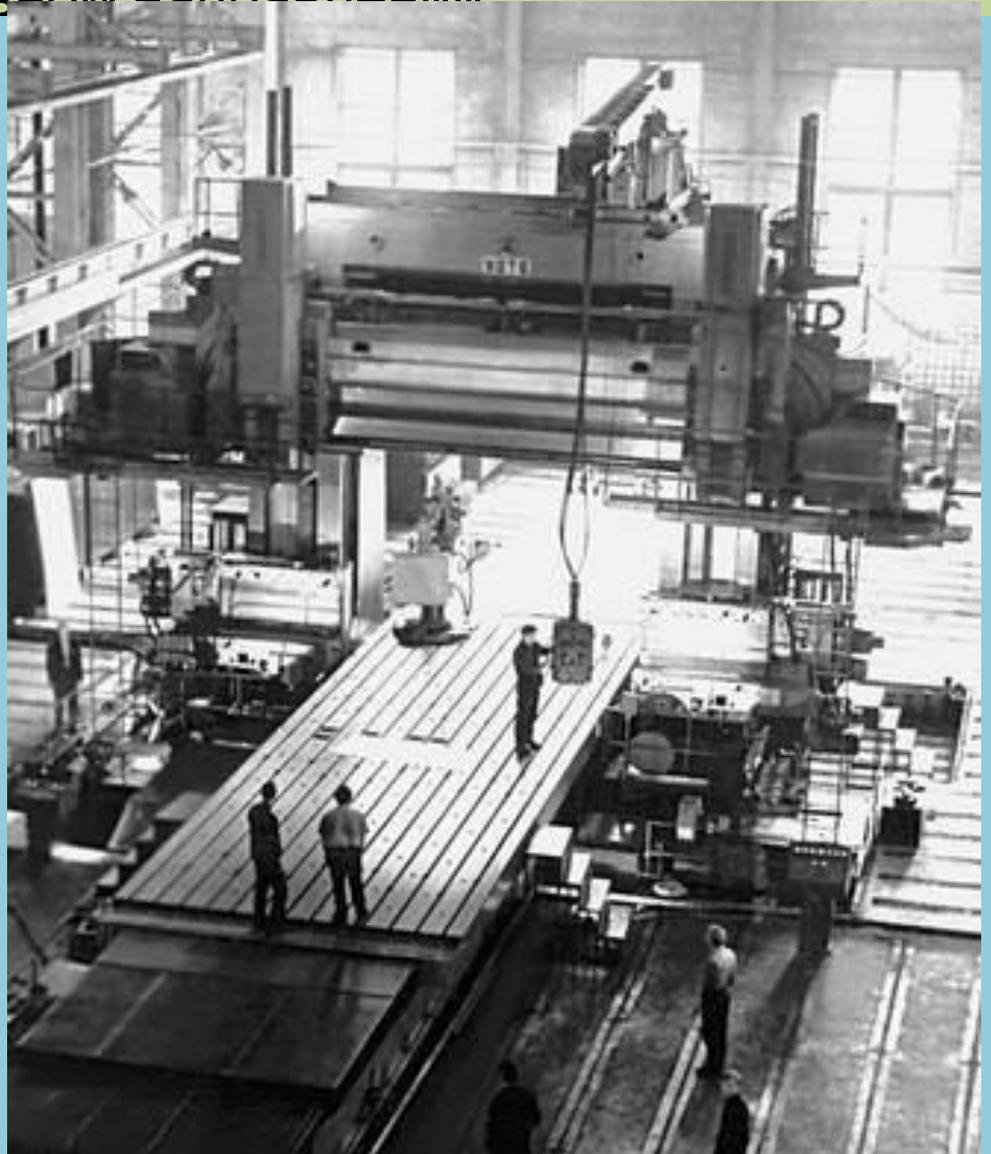
При одно и двух стоечном исполнении имеют до трех горизонтальных и вертикальных шпинделей.

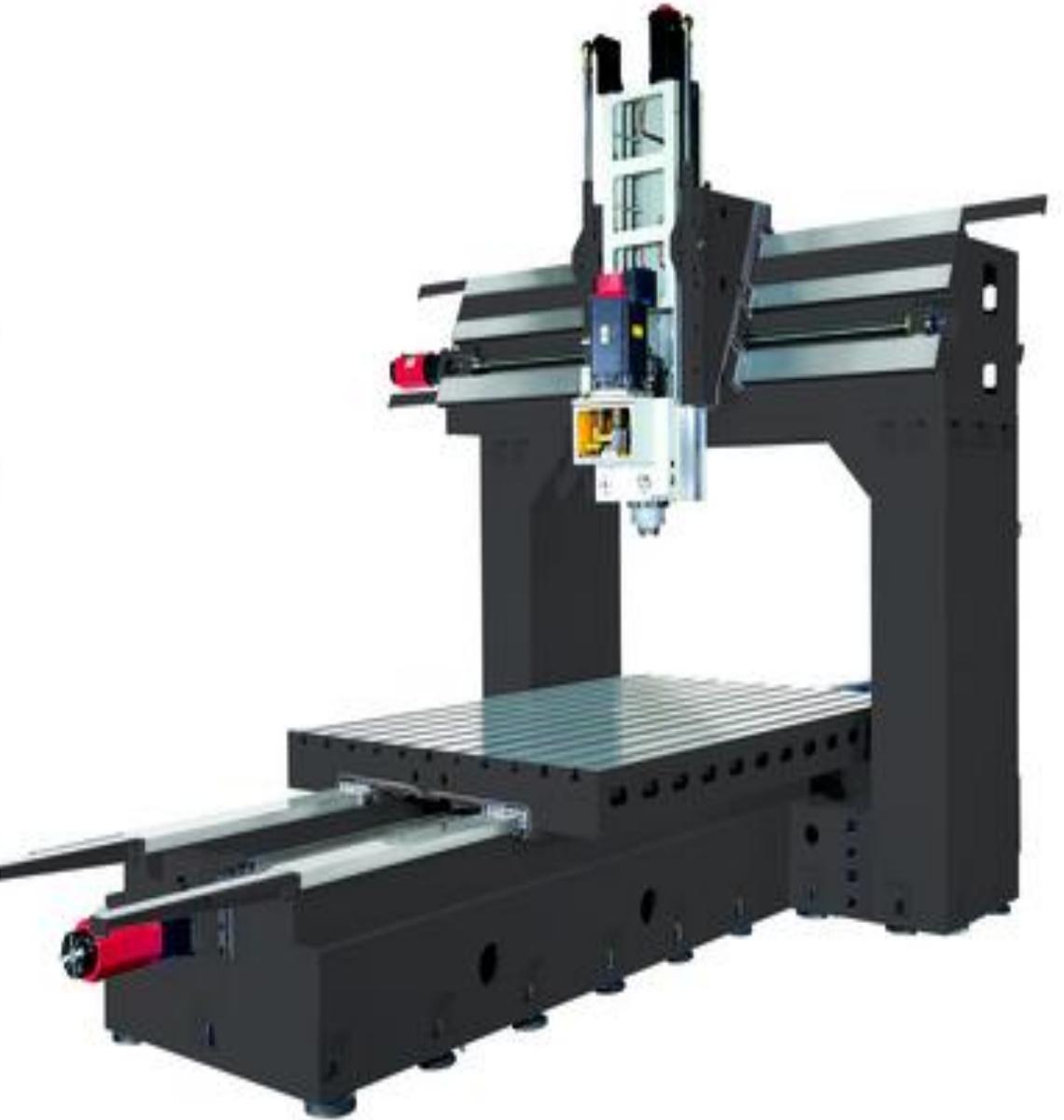
Шпиндельные бабки и шпиндели перемещаются вертикально и поперечно, а перемещение стола по направляющим станины возможно только в продольном направлении.



Продольно-фрезерный станок двухстоечный -стол перемещается по направляющим станины только в продольном направлении

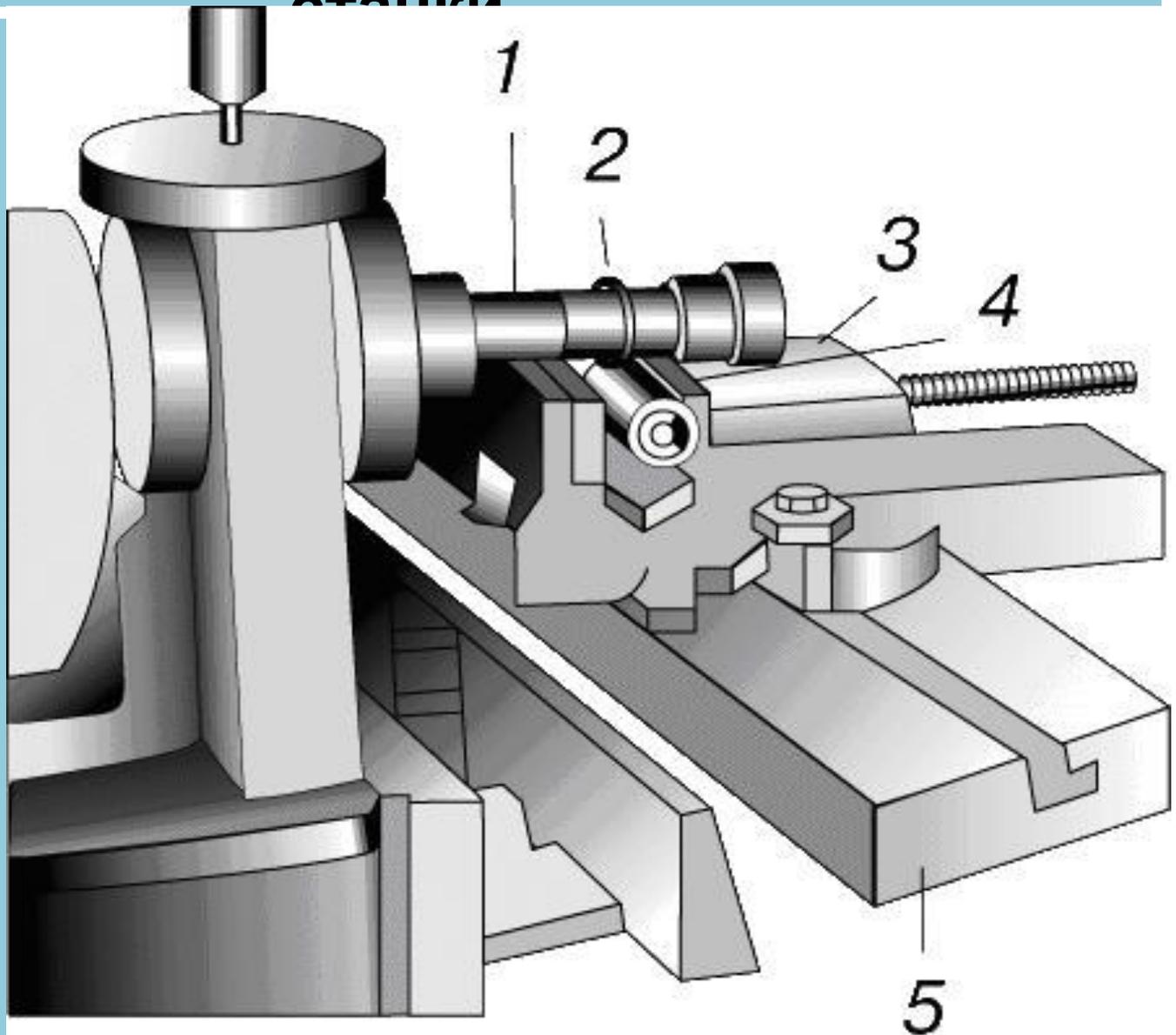
Два других взаимно перпендикулярных движения получают бабки по направляющим поперечины и стоек, а также цилиндрические гильзы, в которых смонтирован выходной вал фрезерной бабки — шпиндель, несущий на себе фрезу. Стол на всей длине хода полностью опирается на направляющие станины.





# Горизонтальные консольно-фрезерные станки

- 1 – оправка;
- 2 – фреза;
- 3 – тиски;
- 4 – деталь;
- 5 – стол.



# Горизонтально-фрезерный консольный станок

1 — фундаментная

плита

2 — станина

3 — консоль

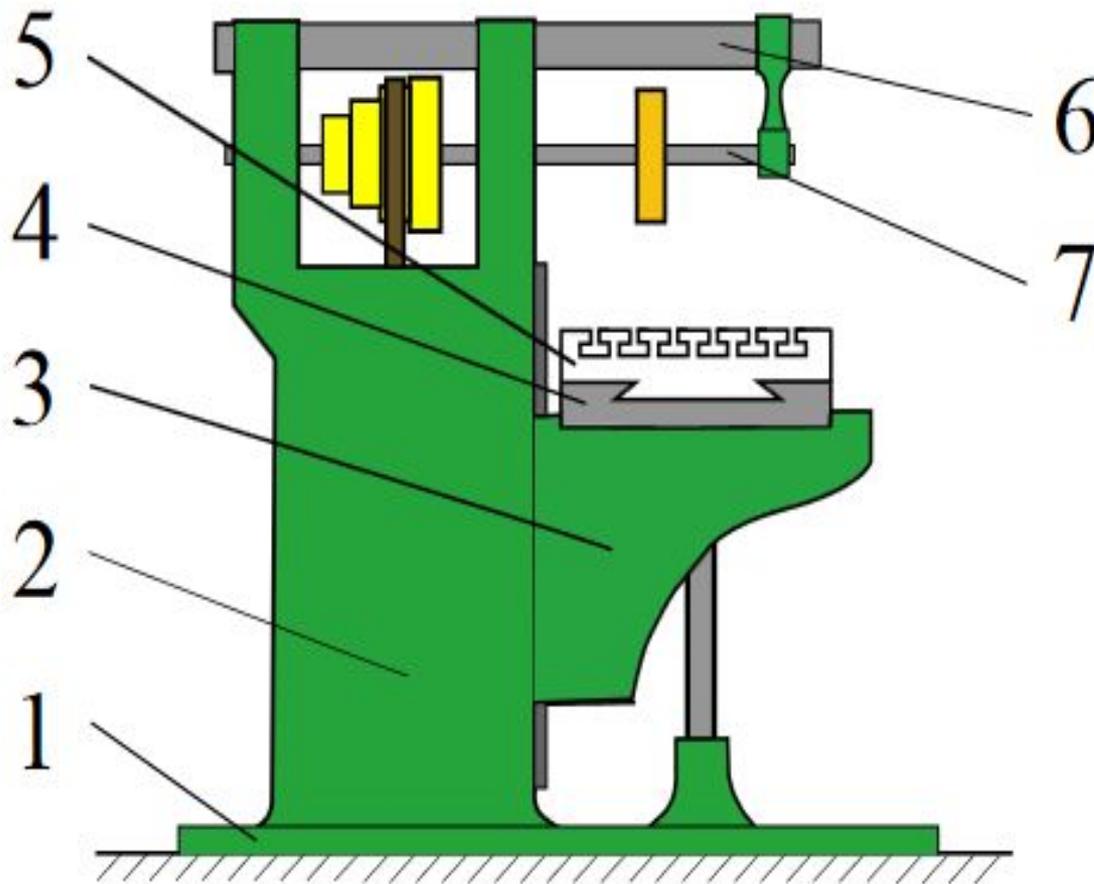
4 — салазки

5 — стол

6 — хобот

7 — оправка с

фрезой



- Горизонтально-фрезерные станки характеризуются горизонтальным расположением шпинделя и наличием у станка трех взаимно перпендикулярных движений — продольного, поперечного и вертикального.



# консольные универсально-фрезерные

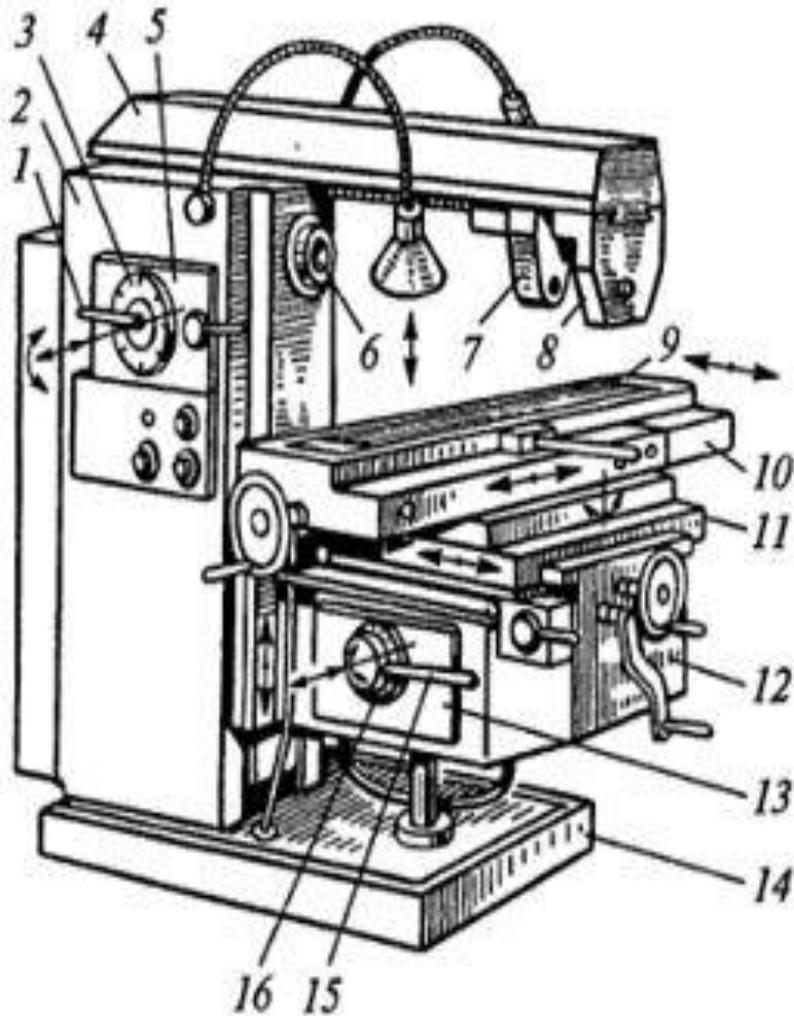


Рис. 5.2. Универсальный консольно-фрезерный станок:

1 — рукоятка; 2 — станина; 3 — лимб; 4 — хобот; 5 — коробка скоростей; 6 — шпиндель; 7, 8 — подвески; 9 — стол; 10 — поворотная плита; 11 — салазки; 12 — консоль; 13 — коробка подач; 14 — фундаментальная плита; 15 — рукоятка; 16 — лимб

Отличие *универсальных консольно-фрезерных станков* от горизонтальных заключается только в возможности поворота стола **относительно вертикальной оси.**





# Станки широкоуниверсальные фрезерные.

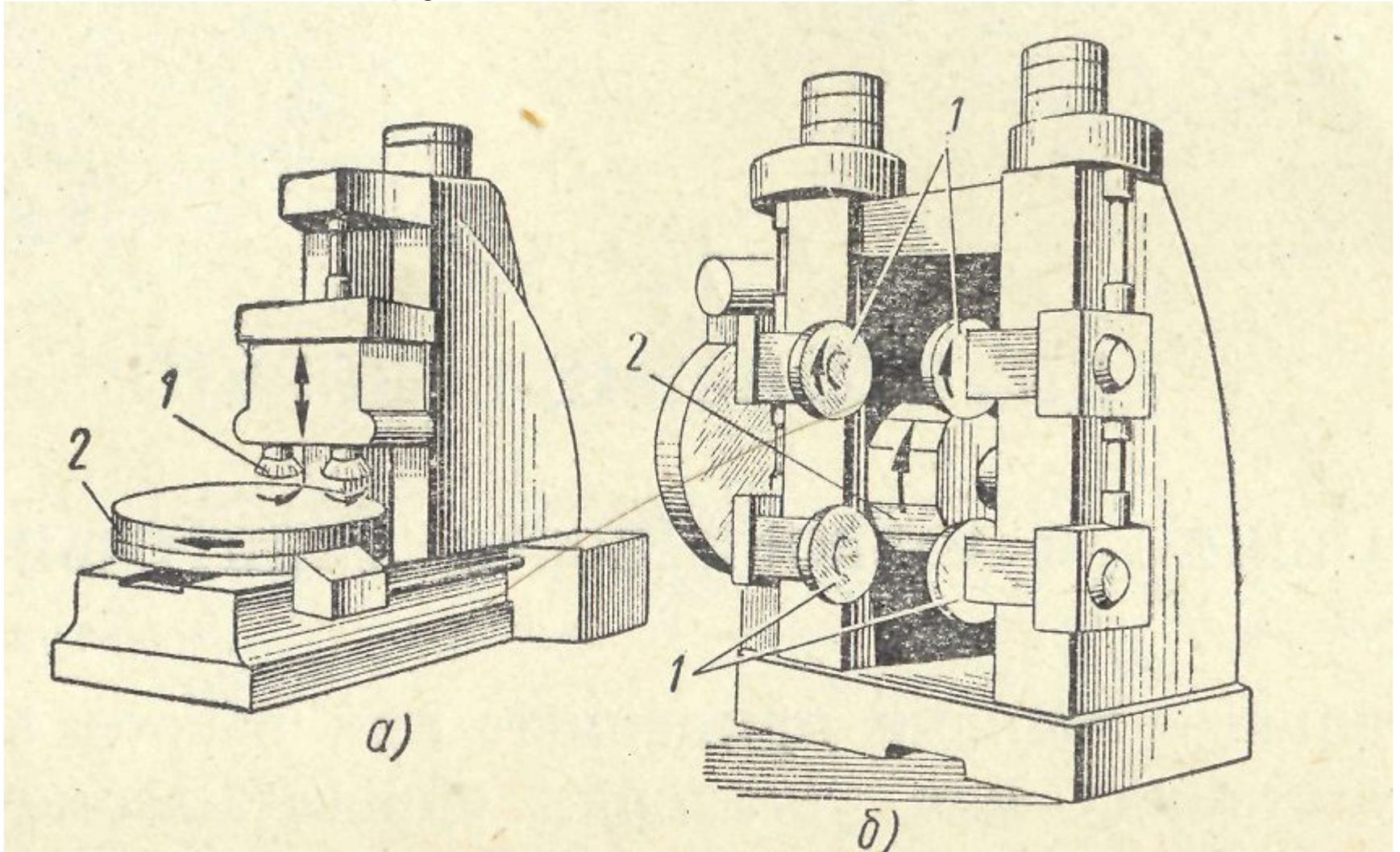
Отличием станков этой группы от группы универсальных станков, имеющих только основно горизонтальный шпиндел является оснащение приставной головой со шпинделем, который имеет свойства поворачиваться вокруг вертикальной и горизонтальной осей.

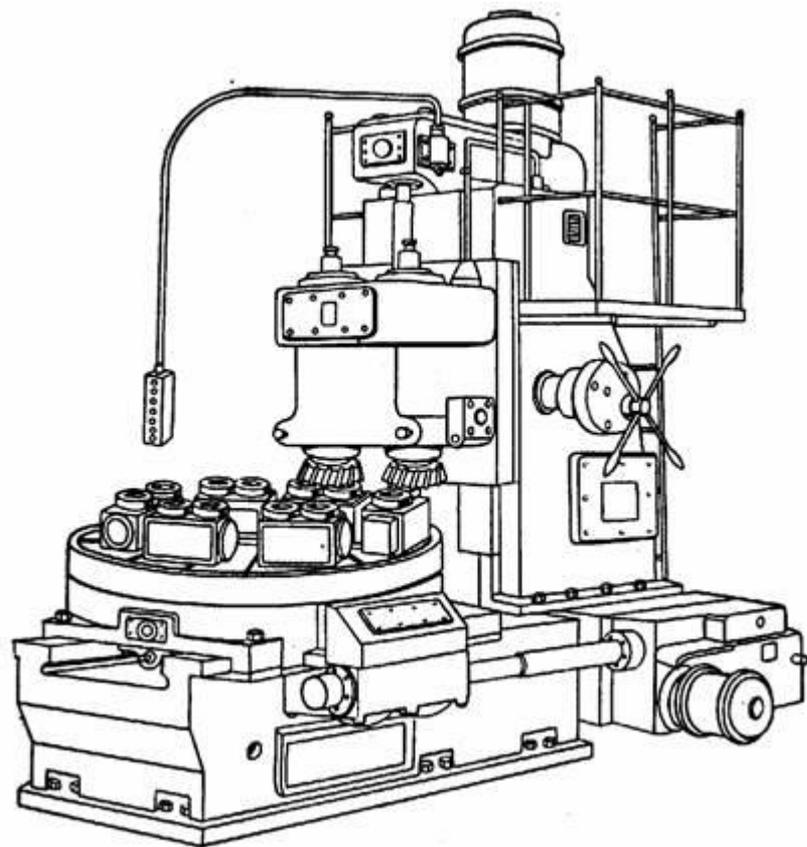
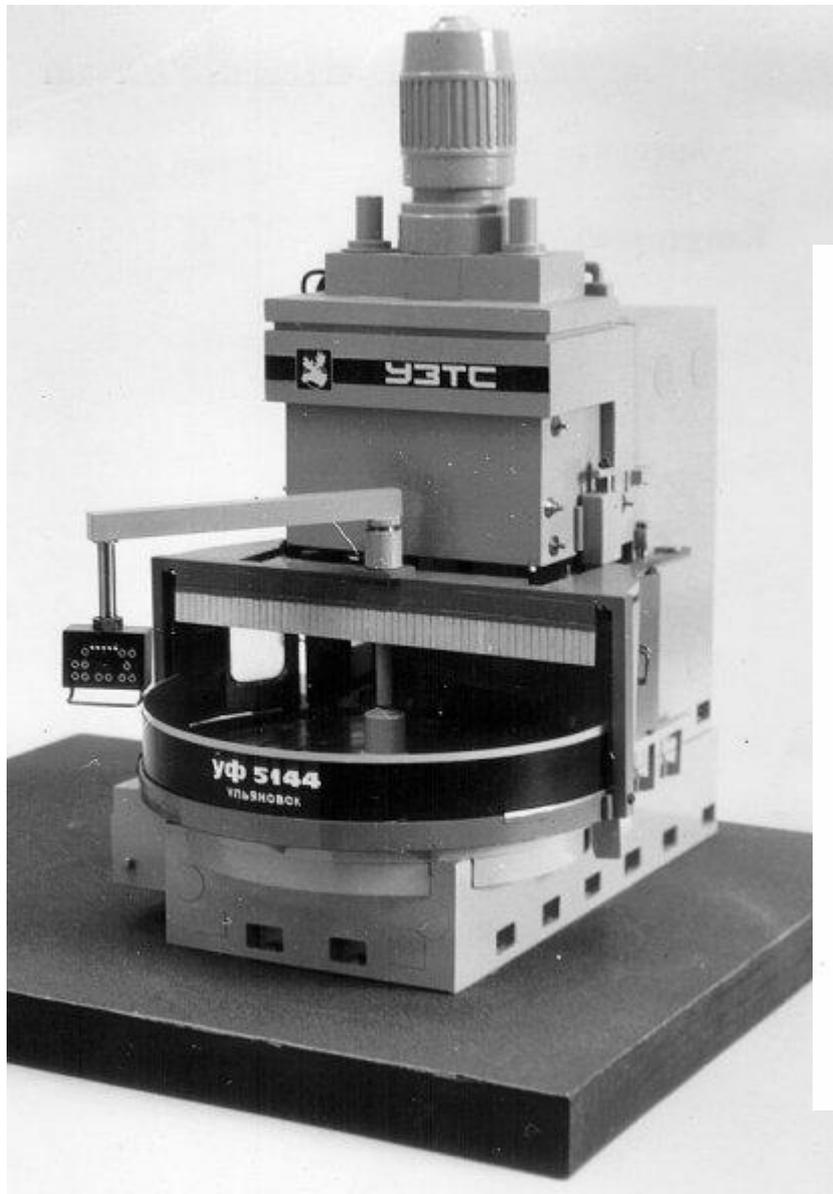


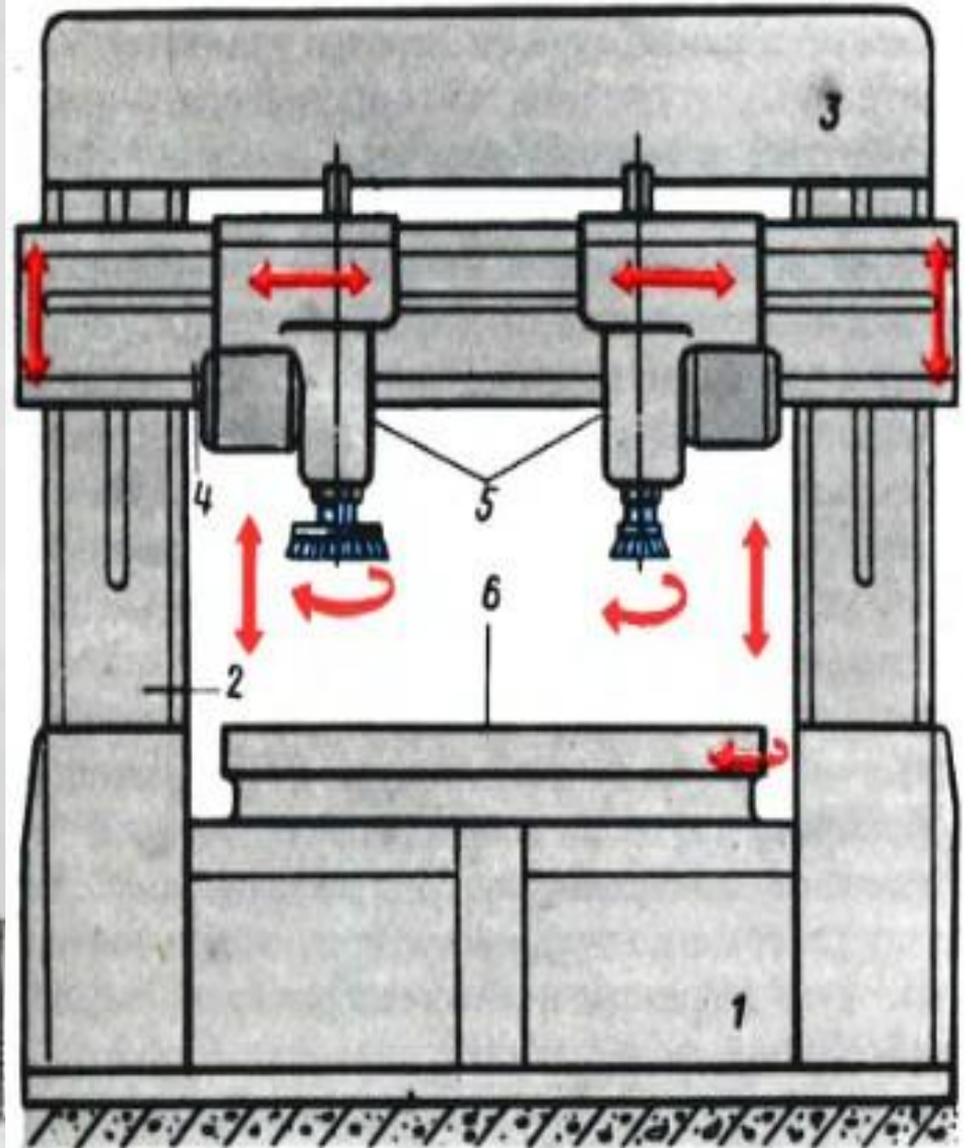
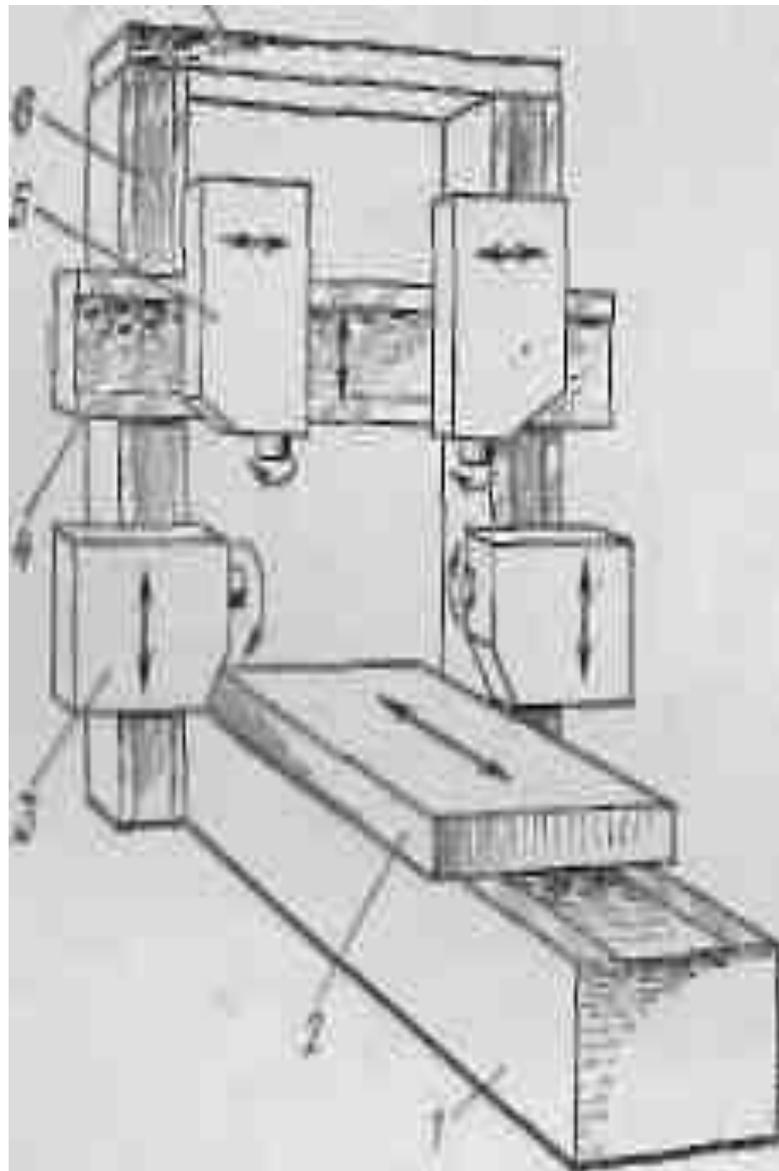


# Фрезерные станки непрерывного действия:

а — карусельный; б — барабанный





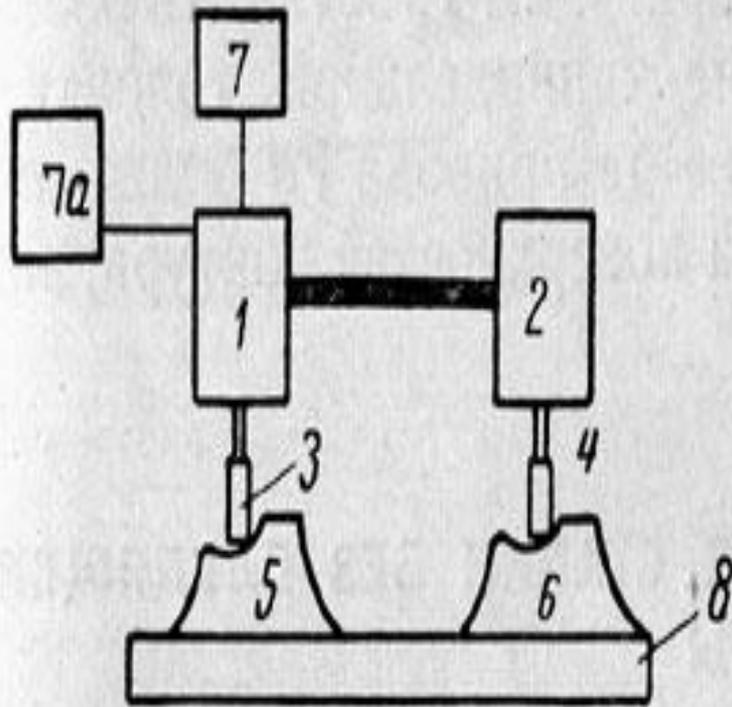


# копировально- фрезерные

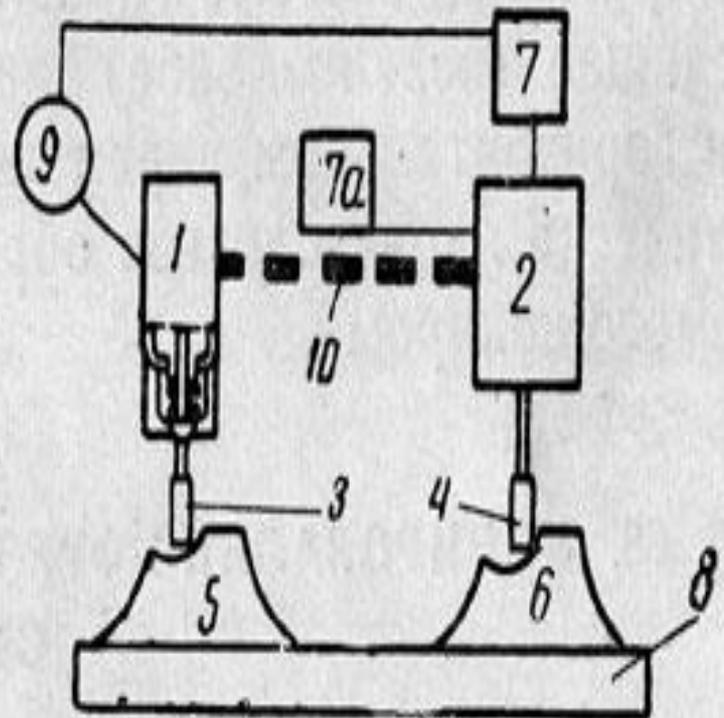
- для обработки деталей, имеющих сложные криволинейные поверхности
- По своему принципу подразделяются на станки прямого и следящего копирования, что происходит путем ощупывания детали копировальным пальцем (щупом).



4- режущий инструмент, 5-копир.



а)



б)

Рис. 296. Основные схемы копировально-фрезерных станков:  
а — без следящей системы, б — со следящей системой

# Методы фрезерования криволинейной поверхности

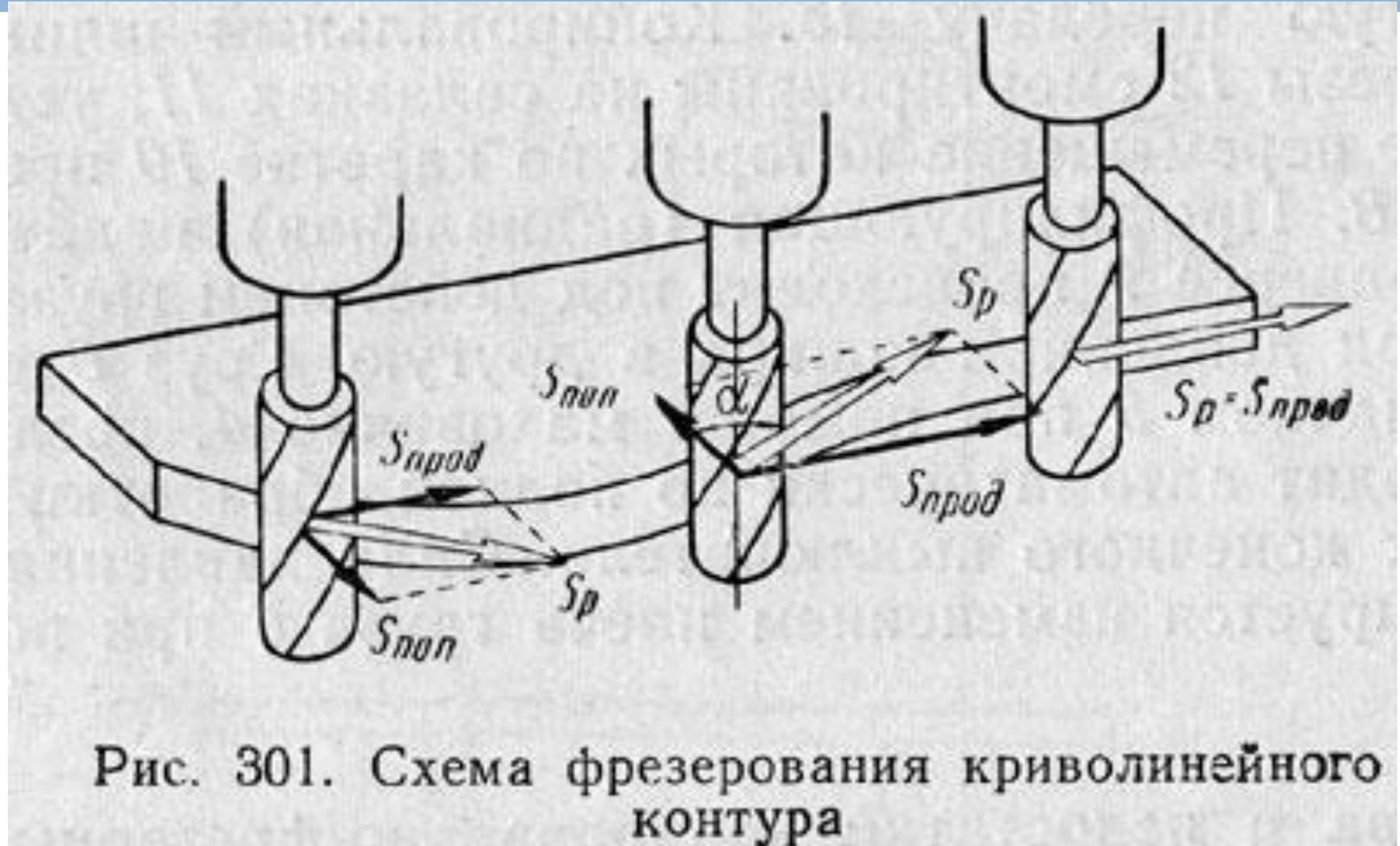


Рис. 301. Схема фрезерования криволинейного контура

# Станки с прерывистой системой

управления-копирование в рассмотренной схеме получается в результате попеременного включения вертикальной и продольной подачи стопа

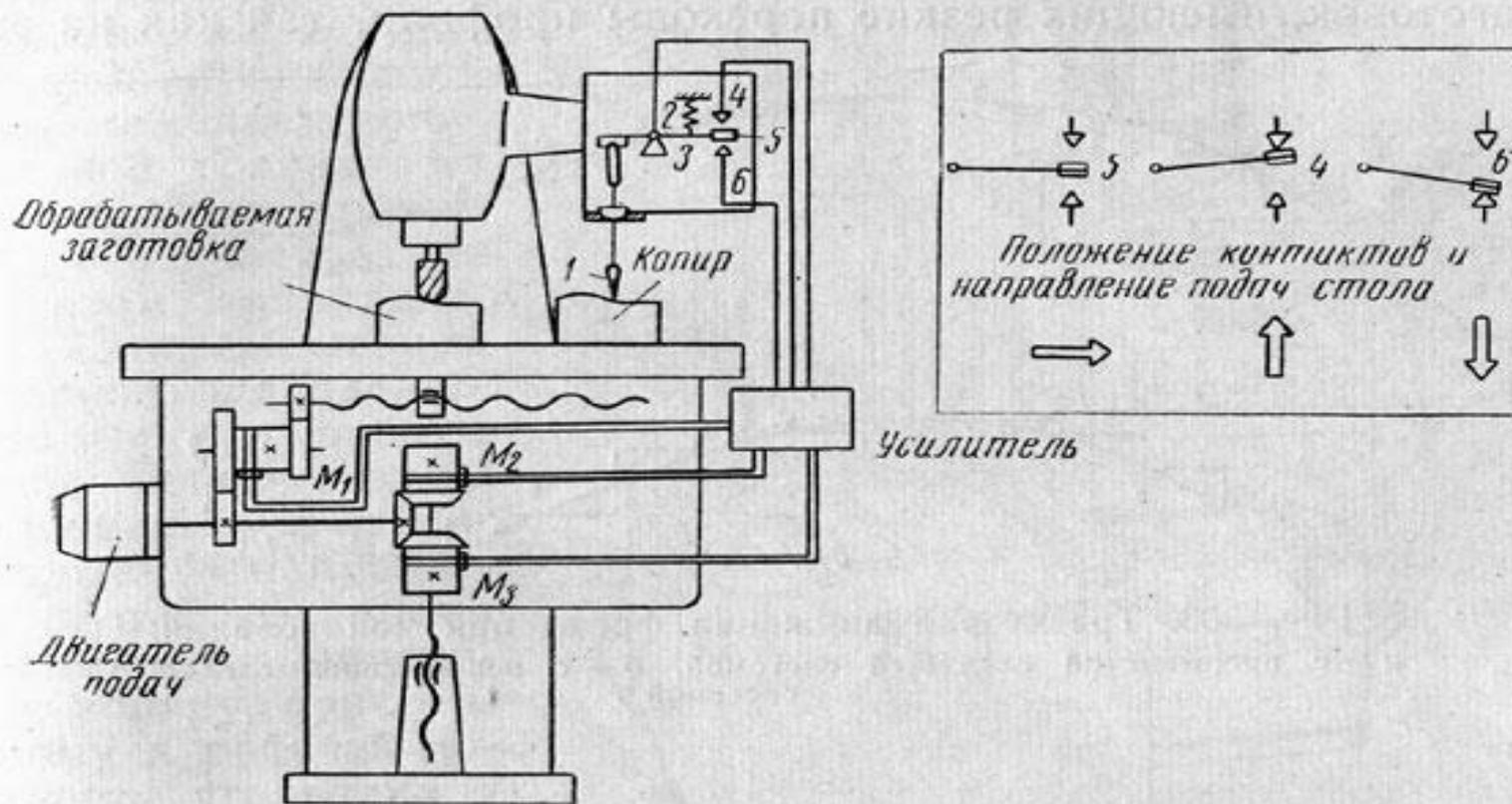


Рис. 302. Схема копировально-фрезерного станка с электроконтактным датчиком

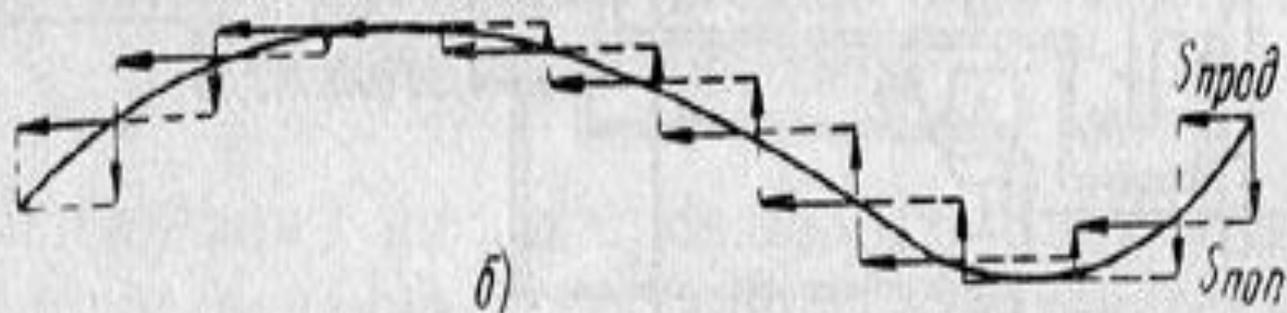
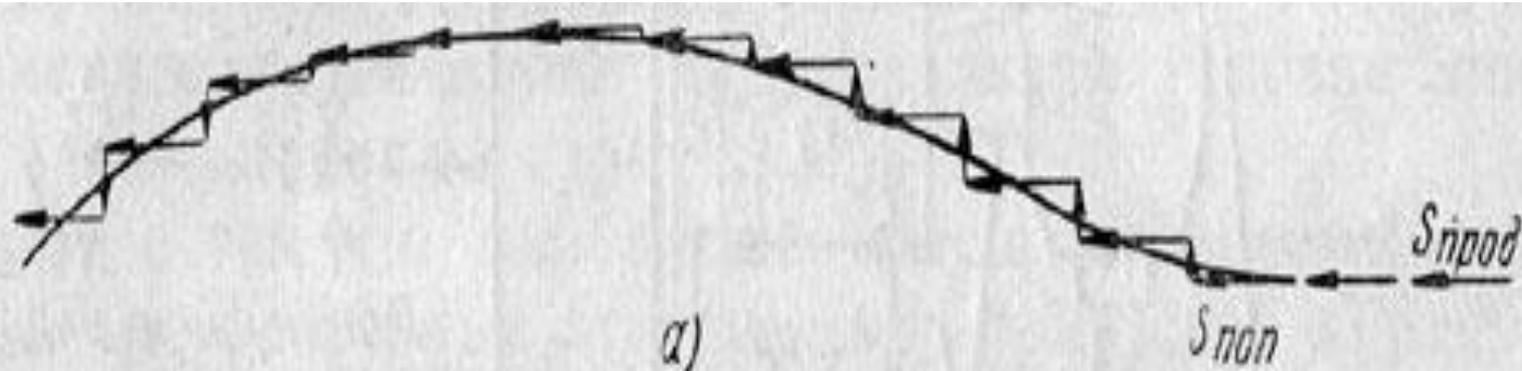
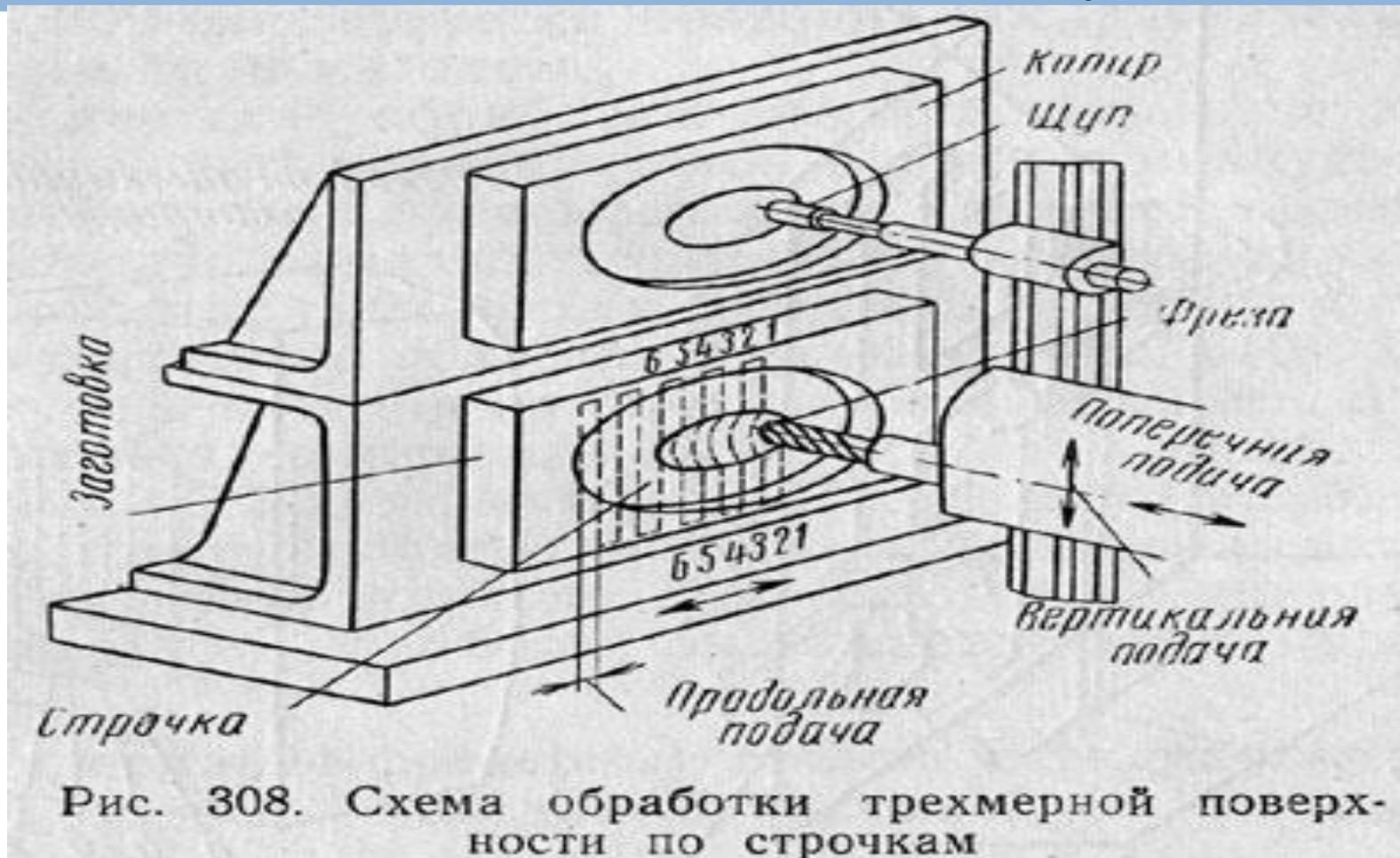
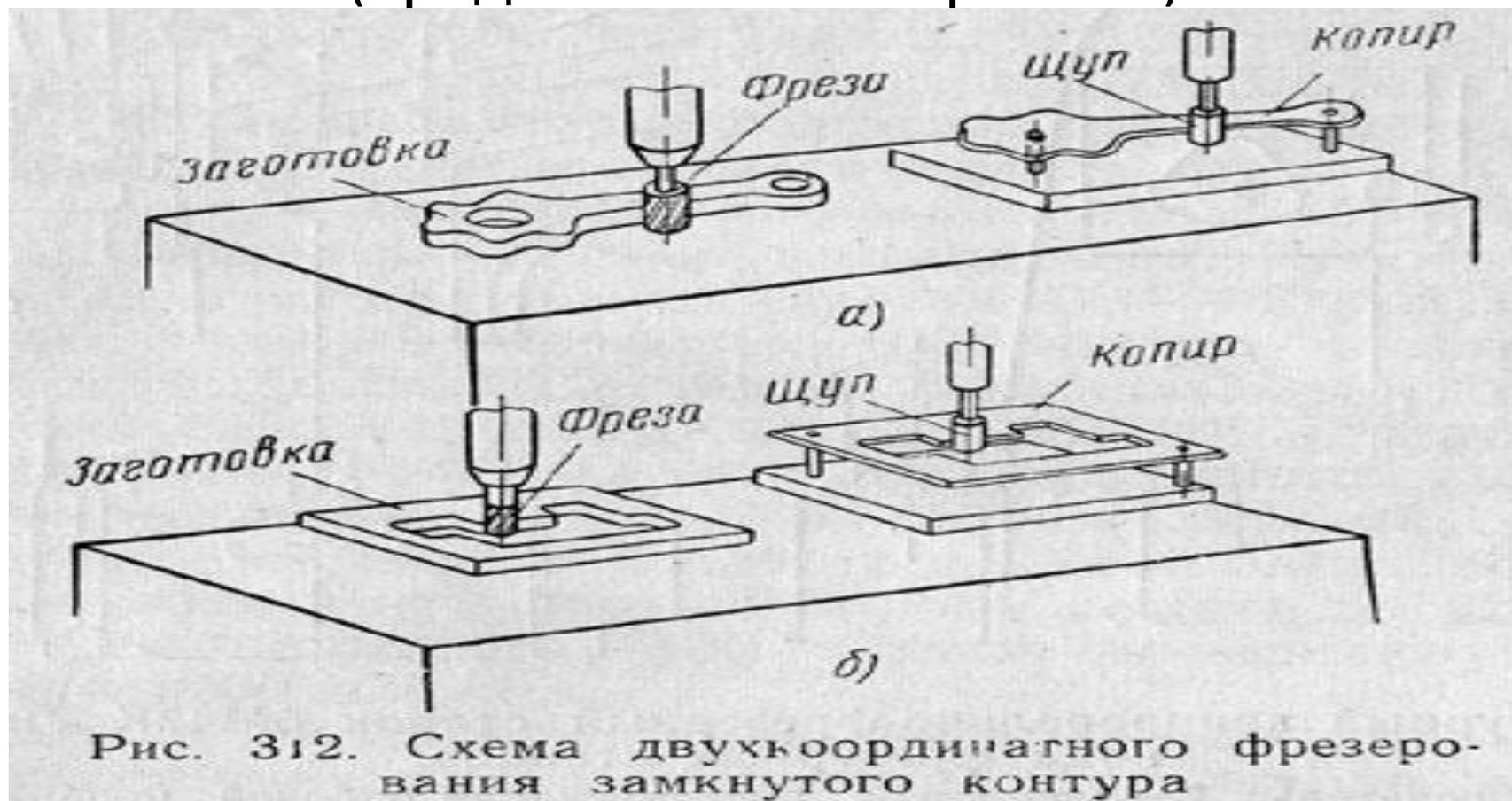


Рис. 303. Траектория движения фрезы при копировании:  
 а — с прерывистой следящей системой, б — с непрерывной следящей системой

**станки с непрерывной системой  
управления** обеспечивают высокую точность  
копирования только при обработке заготовок с  
плавным изменением контура



**Обработка гидрокопировальным станком-перемещение по контуру происходит в результате сочетания взаимно перпендикулярных горизонтальных подач (продольной и поперечной)**



# Настольные фрезерные станки



- сверление отверстий,
- нарезание резьбы,
- горизонтальное фрезерование цилиндрическими, дисковыми, фасонными, и другими фрезами,
- вертикальное фрезерование торцевыми, концевыми, шпоночными и другими фрезами

# Настольные фрезерные станки с ЧПУ



- для выполнения фрезерных работ,
- сверления,
- Зенкерования
- и растачивания отверстий

на деталях из черных и цветных металлов, их сплавов и пластмасс в единичном, мелкосерийном и серийном производстве

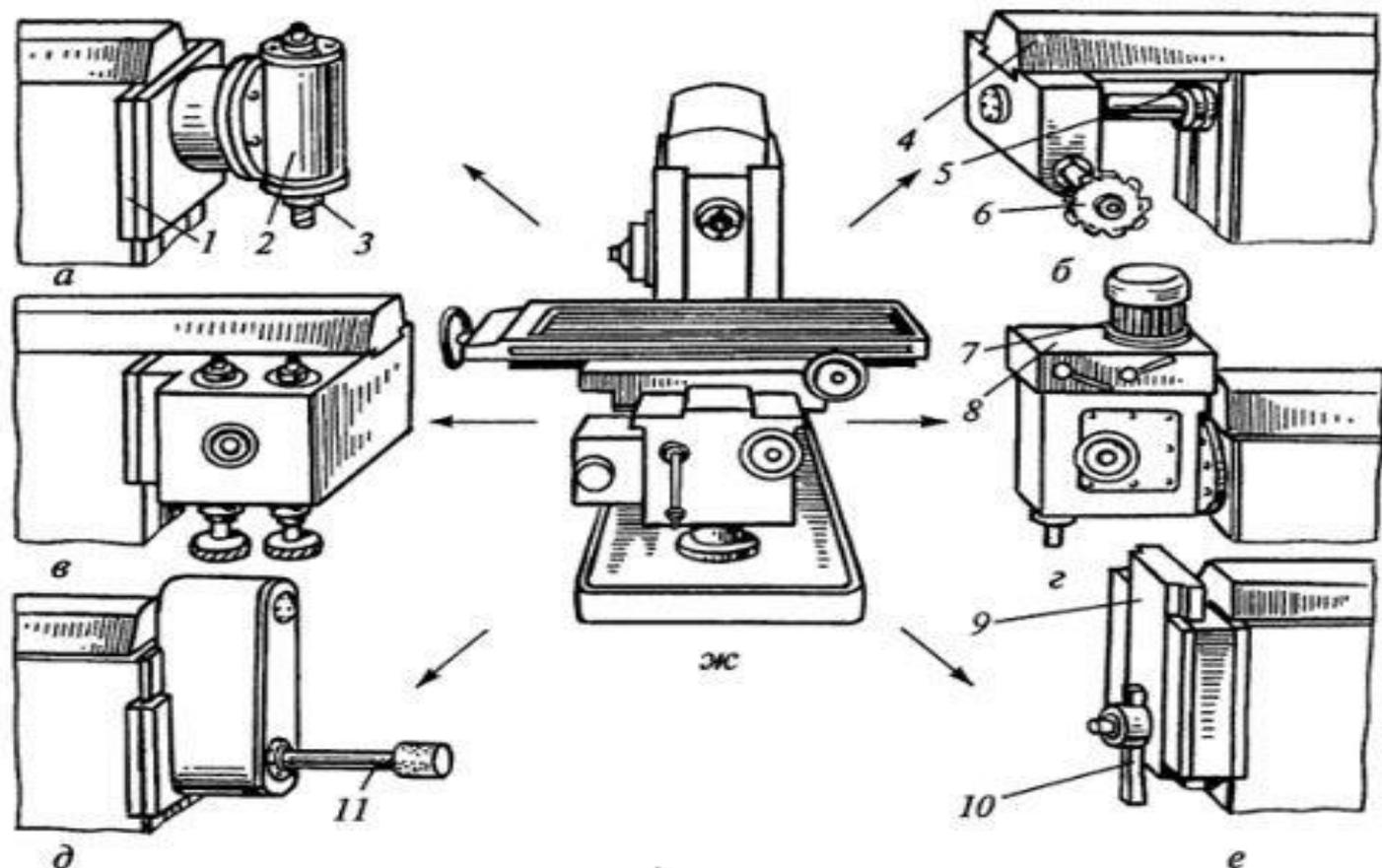


Рис. 5.17. Специальные приспособления, расширяющие технологические возможности фрезерных станков:

*а* — дополнительная вертикально-фрезерная головка; *б* — приспособление для фрезерования реек; *в* — двухшпиндельная фрезерная головка; *г* — сверлильная головка; *д* — шлифовальная головка; *е* — долбежная головка; *ж* — общий вид станка; *1* — устройство для крепления на станке; *2* — инструментальная головка; *3* — концевая фреза; *4* — хобот станка; *5* — шпиндель станка; *6* — фреза; *7* — приводной электродвигатель; *8* — корпус головки; *9* — салазка инструмента; *10* — инструментальная оправка; *11* — шпиндель шлифовальной головки.

# Фрезерные станки с ЧПУ



# Фрезерные обрабатывающие центры с ЧПУ

- широкий диапазон фрезерных, сверлильных и растачивающих операций
- Выпускается два типа станков: вертикальные и горизонтальные.
- отличается высокими скоростями резания и высокой точностью позиционирования инструмента.



При работе на фрезерных станках для закрепления заготовок широко применяют универсально-сборные приспособления (УСП), которые собирают из готовых нормализованных взаимозаменяемых деталей.

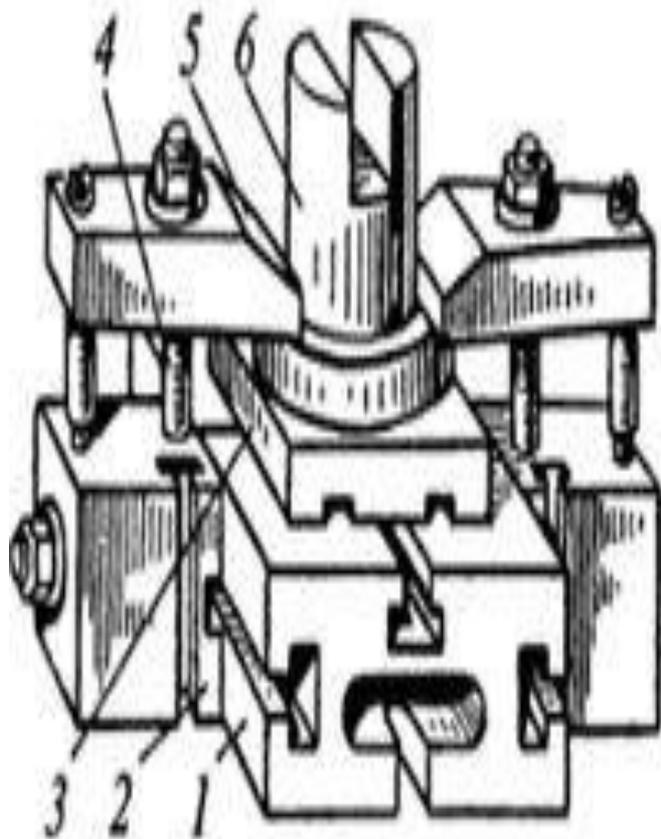


Рис. 5.15. Универсально-сборное приспособление:

1 — базовая плита; 2 — опора; 3 — установочная планка; 4 — крепежный болт; 5 — прихват; 6 — обрабатываемая заготовка

Нередко на фрезерных станках (как и на токарных) для закрепления заготовок, имеющих цилиндрические поверхности, используют кулачковые, поводковые и цанговые патроны

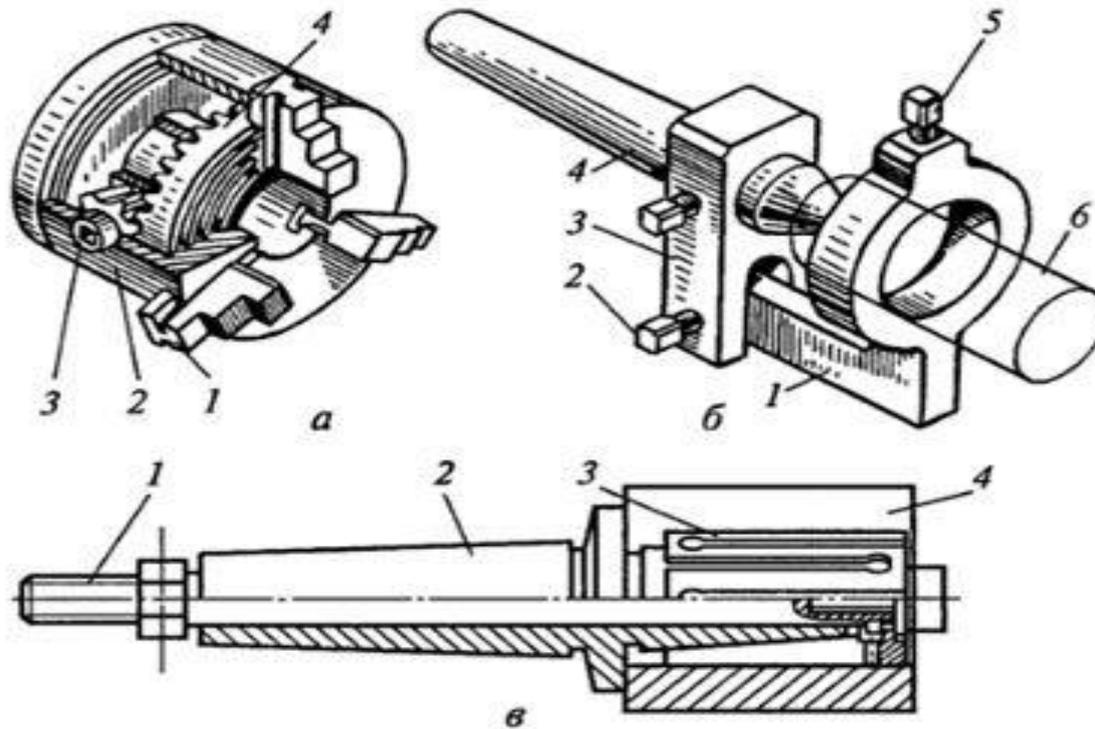


Рис. 5.14. Патроны:

*a* — кулачковый: 1 — кулачки; 2 — корпус; 3 — коническая шестерня с отверстием под ключ; 4 — зубчатая рейка для перемещения кулачков; *б* — поводковый: 1 — поводок; 2 — винт крепления поводка; 3 — скоба для крепления поводка; 4 — задний центр; 5 — винт крепления заготовки; 6 — заготовка; *в* — цанговый: 1 — винт крепления патрона; 2 — хвостовик; 3 — цанга; 4 — заготовка

# КРЕПЛЕНИЕ ЗАГОТОВОК

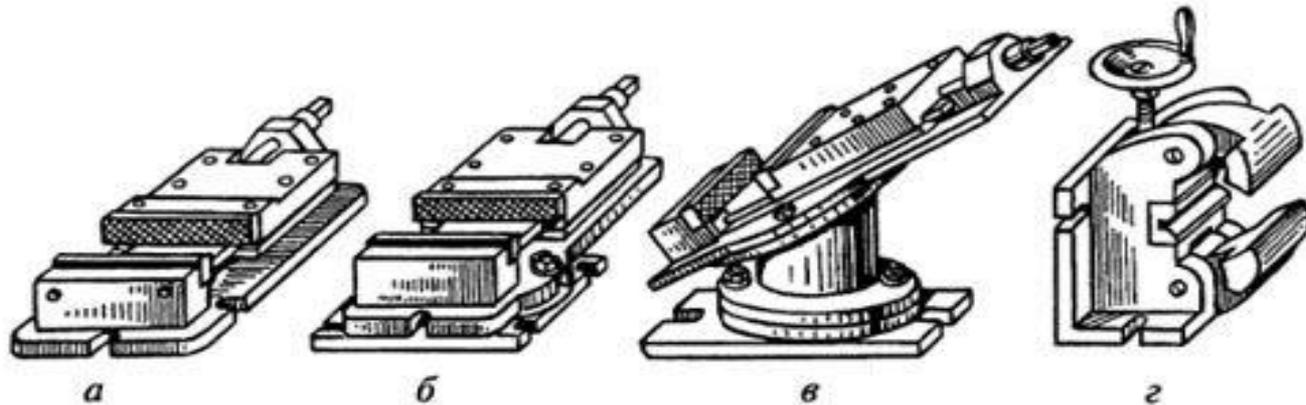


Рис. 5.12. Машинные тиски:

*a* — неповоротные; *б* — поворотные; *в* — универсальные; *г* — специальные

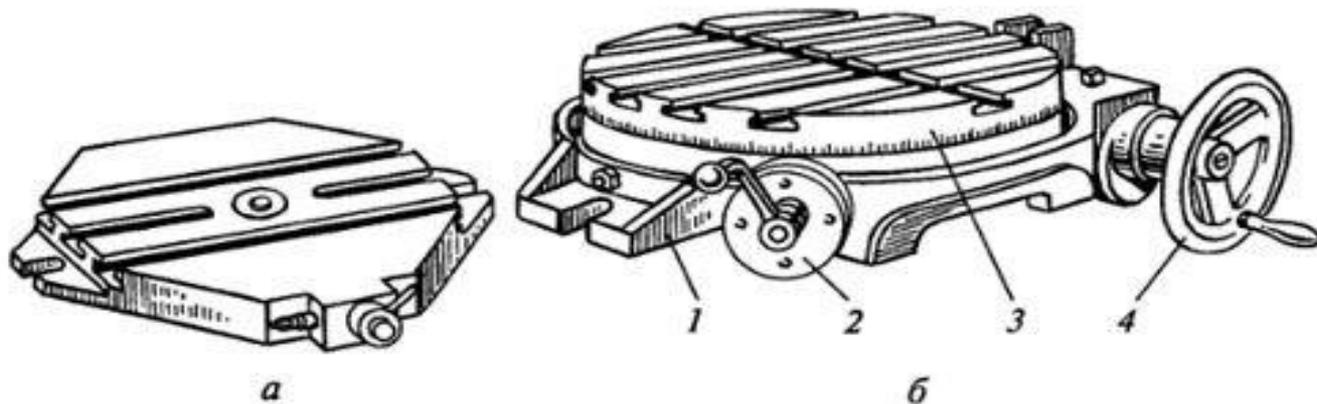


Рис. 5.13. Столы:

*a* — неповоротный; *б* — поворотный: 1 — кронштейн для крепления стола на станке; 2 — стопор; 3 — шкала отсчета угла поворота; 4 — рукоятка ручного поворота

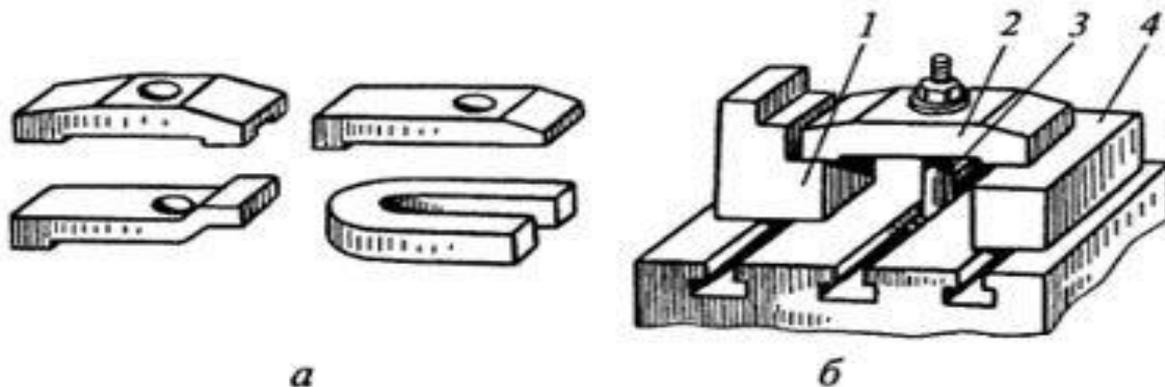


Рис. 5.10. Прихваты и подставка:

*a* — прихваты для крепления детали непосредственно на столе станка; *б* — прихват, опирающийся на подставку: *1* — подставка; *2* — прихват; *3* — болт; *4* — заготовка

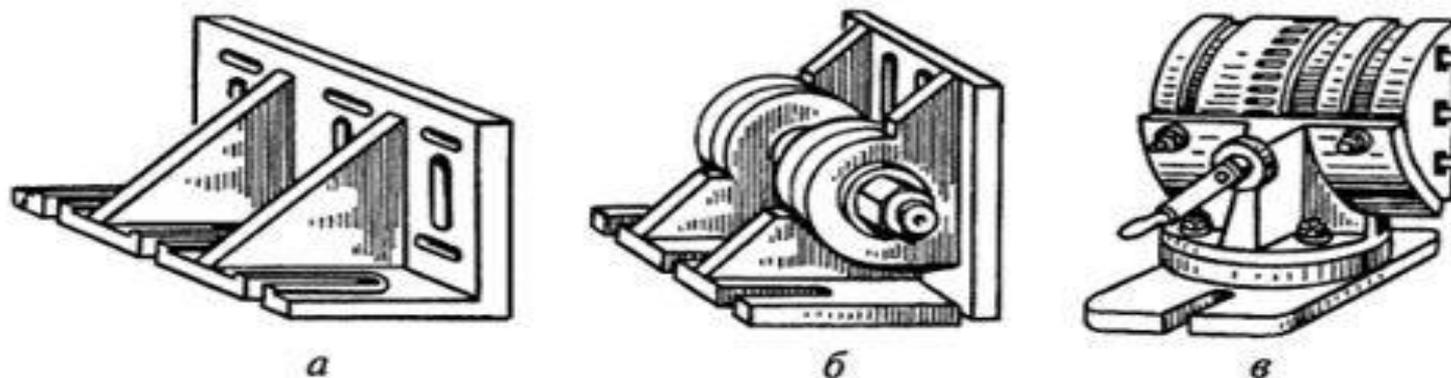


Рис. 5.11. Угловые плиты:

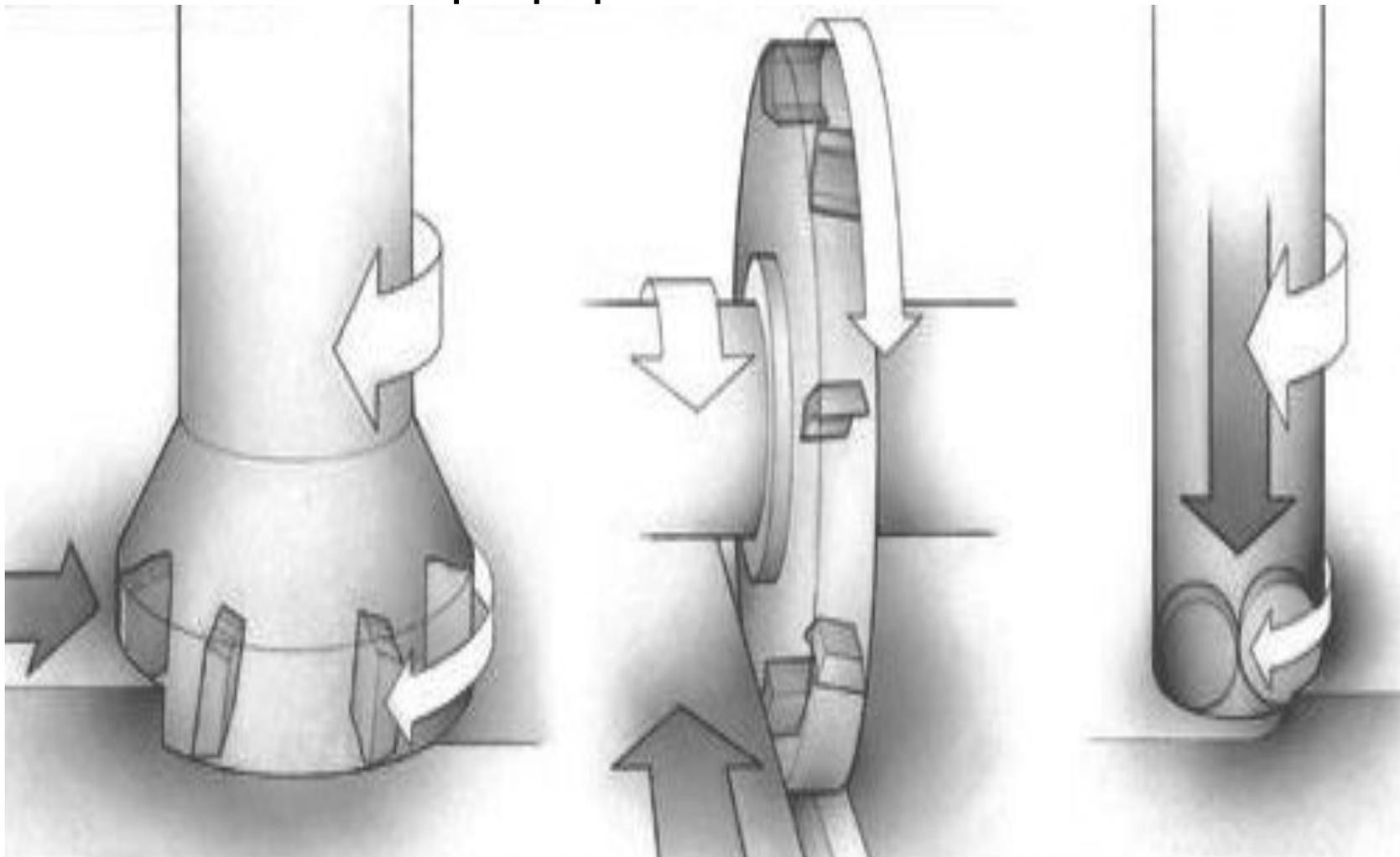
*a* — обычные; *б* — универсальные, допускающие поворот вокруг одной оси; *в* — универсальные, допускающие поворот вокруг двух осей

# Виды движений

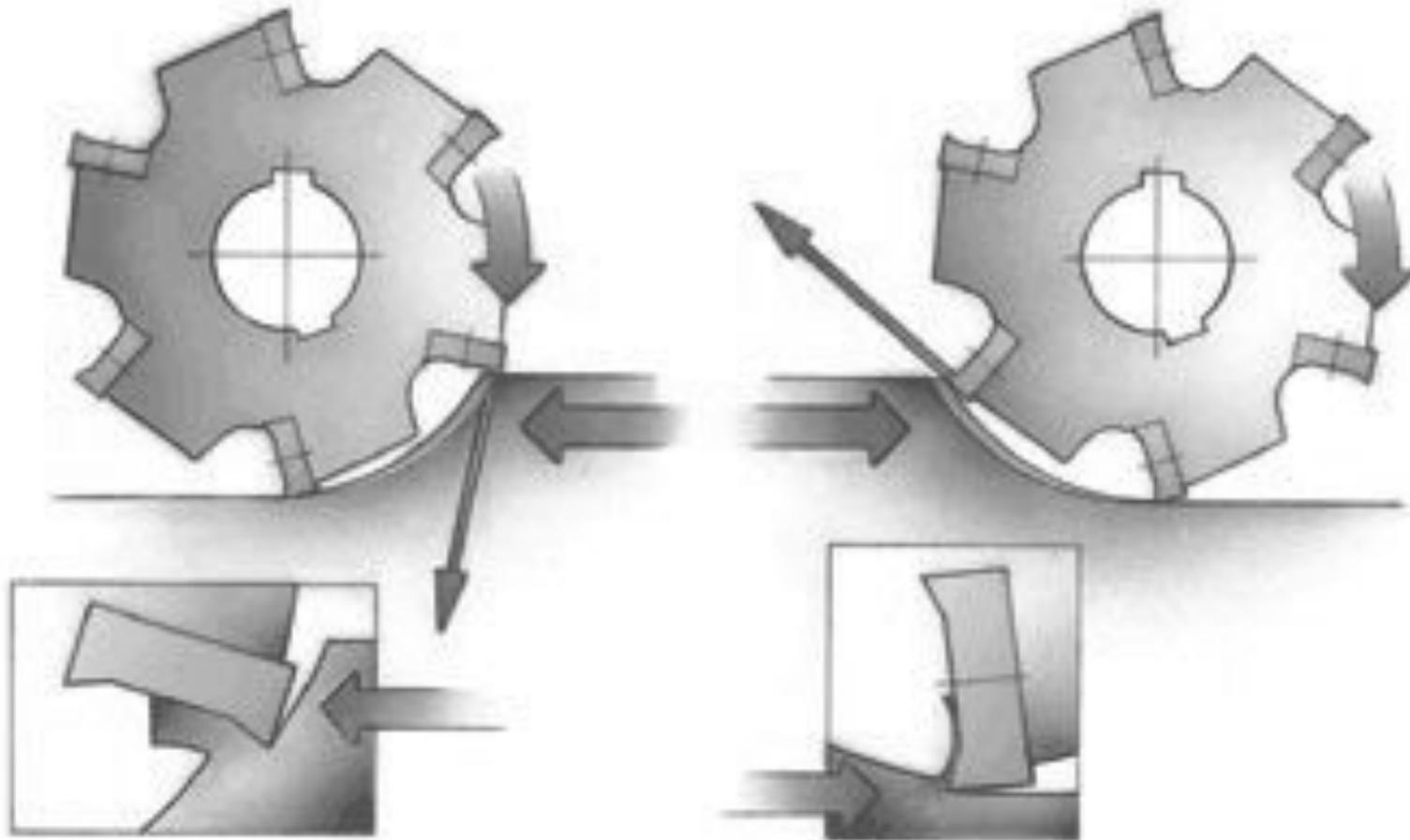
- Главное движение резания
- Движение подачи
- вспомогательные



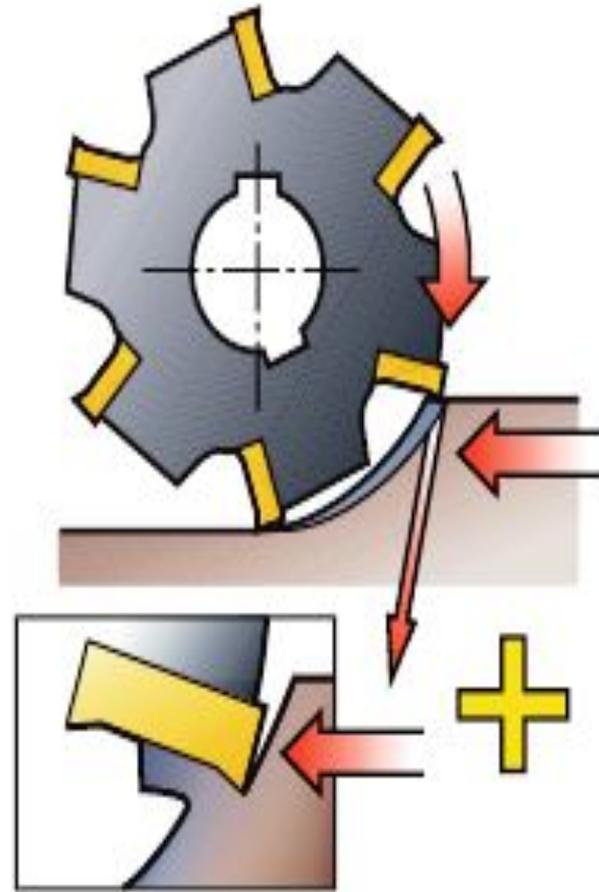
Фреза обычно совершает резание в одном или нескольких **направлениях**: радиальном, периферийном и осевом.



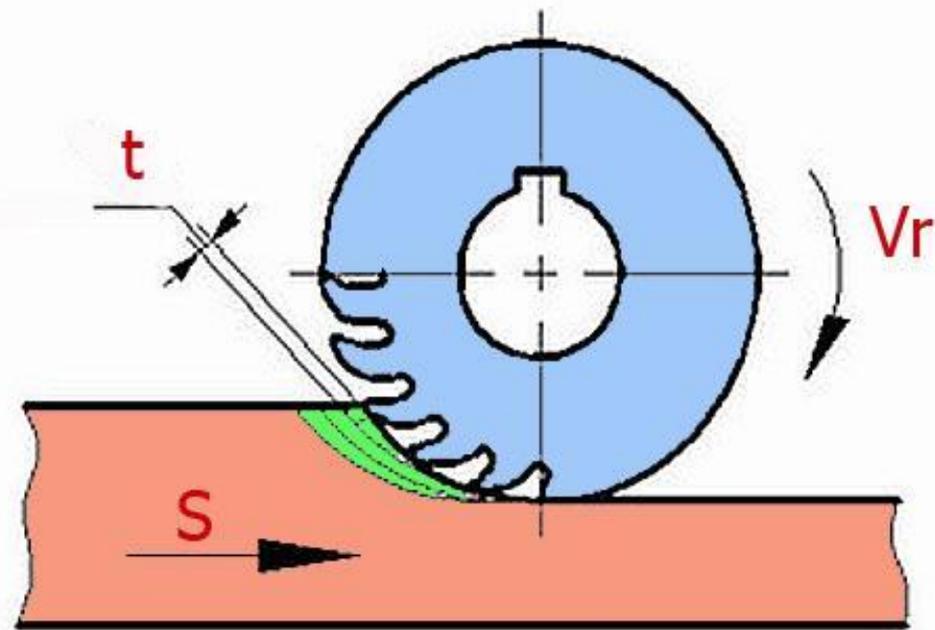
# Попутное и встречное фрезерование



- **Попутное фрезерование** или фрезерование по подаче – это способ, при котором направления движения заготовки и вектора скорости резания совпадают;
- При этом толщина стружки на входе зуба в резание максимальна и уменьшается до нулевого значения на выходе.



- **Встречное фрезерование**, иногда его называют традиционным, наблюдается, когда скорости резания и движение подачи заготовки направлены в противоположные стороны.
- При врезании толщина стружки равна нулю, на выходе – максимальна.

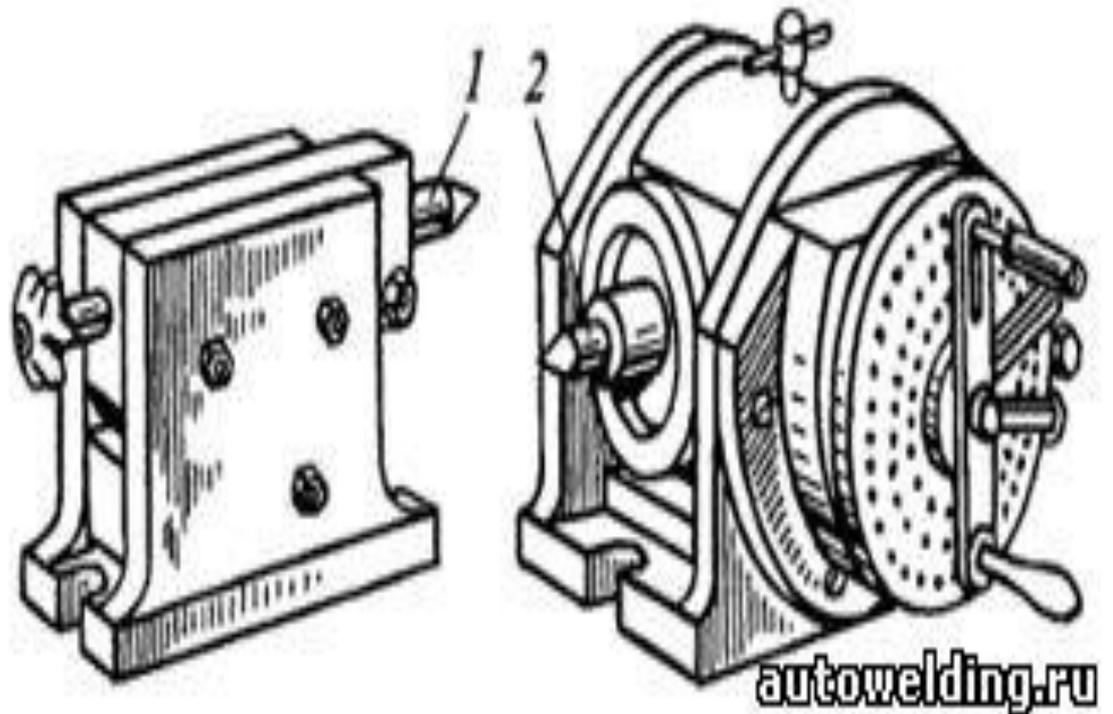


Встречное фрезерование

- Встречное фрезерование применяют для вязких материалов, а попутное — для хрупких, чтобы не допустить выкрашивания кромки заготовки.
- При попутном фрезеровании, допустимом на станке с соответствующей конструкцией механизма подачи, до начала работы нужно устранить зазор («мертвый ход») в паре винт—гайка механизма перемещения стола.

**Делительные головки** используют в основном на консольных и широкоуниверсальных станках для закрепления заготовки и поворота ее на различные углы путем непрерывного или прерывистого вращения. В зависимости от конструкции головки окружность заготовки может быть разделена на равные или неравные части.

Рис. 5.16. Лимбовая делительная головка:  
1, 2 — центры для крепления детали



## УДГ служит

- а) для установки оси обрабатываемой заготовки под требуемым углом относительно стола станка (горизонтально, вертикально, наклонно);
- б) для периодического поворота заготовки вокруг ее оси на определенные углы (деление на равные и неравные части);
- в) для непрерывного вращения заготовки при фрезеровании винтовых канавок (спиралей).
- Все типы универсальных делительных головок независимо от их конструкции имеют червячную передачу, при помощи которой поворачивается шпиндель головки.

для  
одного полного  
оборота  
шпинделя  
делительной  
головки надо  
рукоятке  
(червяку)  
сообщить 40  
оборотов ;

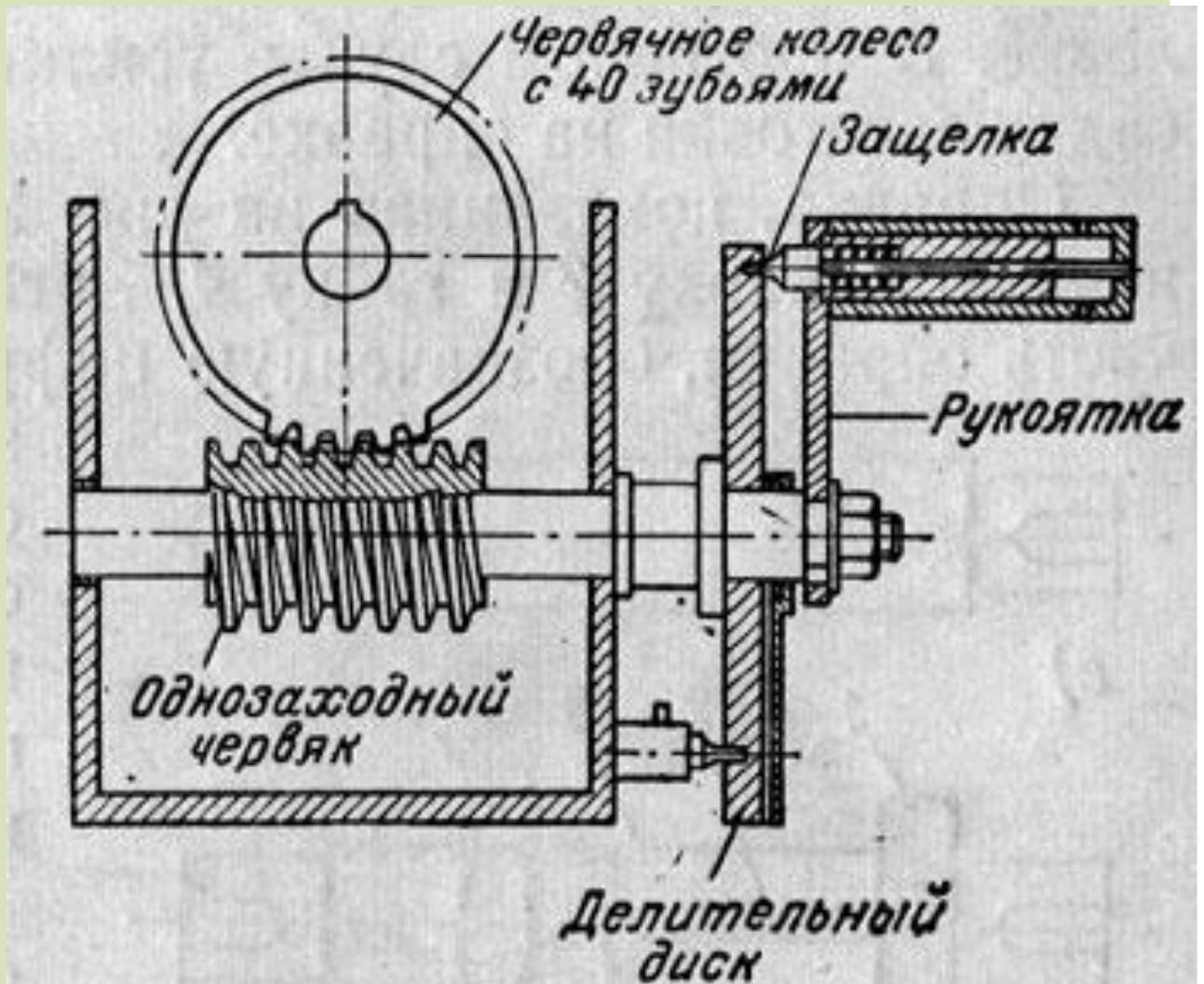
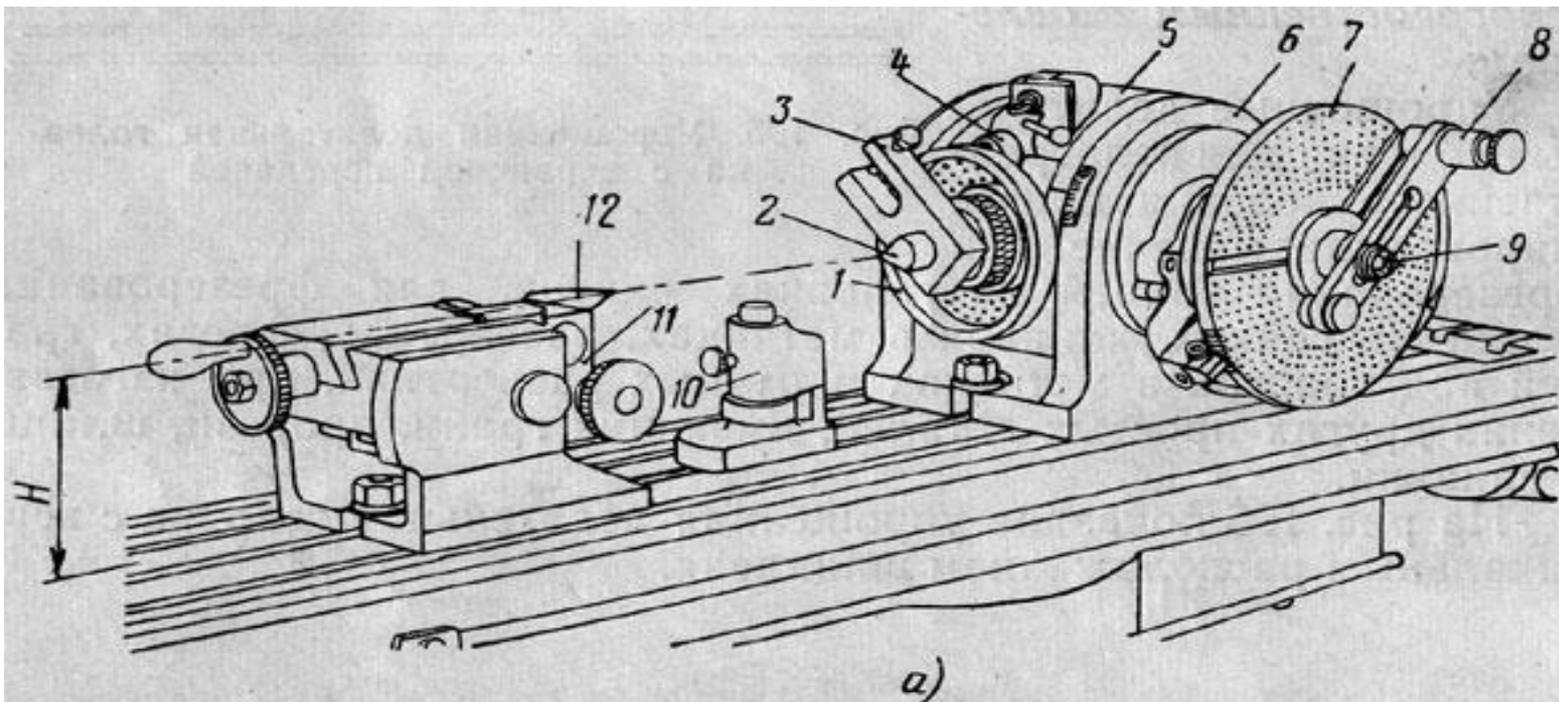


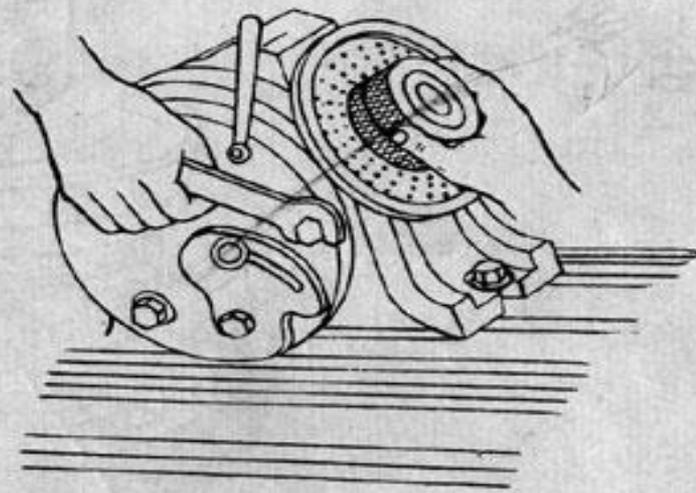
Рис. 200. Червячная передача делительной головки



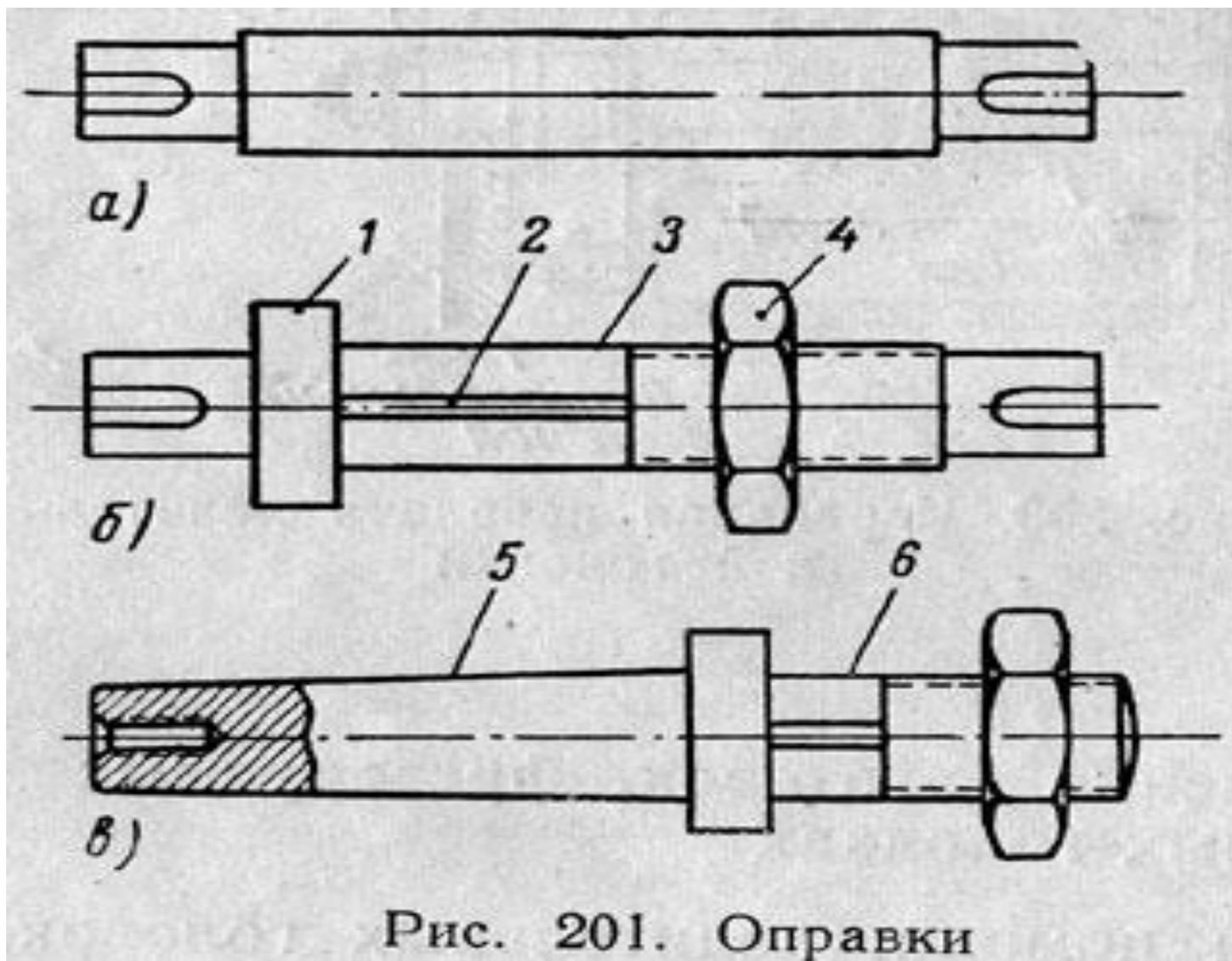
a)

Рис. 197. Универсальная делительная головка:

1 — лобовой делительный диск, 2 — передний центр, 3 — поводок, 4 — фиксатор, 5 — поворотная колодка, 6 — корпус головки, 7 — боковой делительный диск, 8 — рукоятка делительной головки, 9 — гайка для закрепления рукоятки, 10 — домкратик, 11 — колодка задней бабки, 12 — задний центр



б)



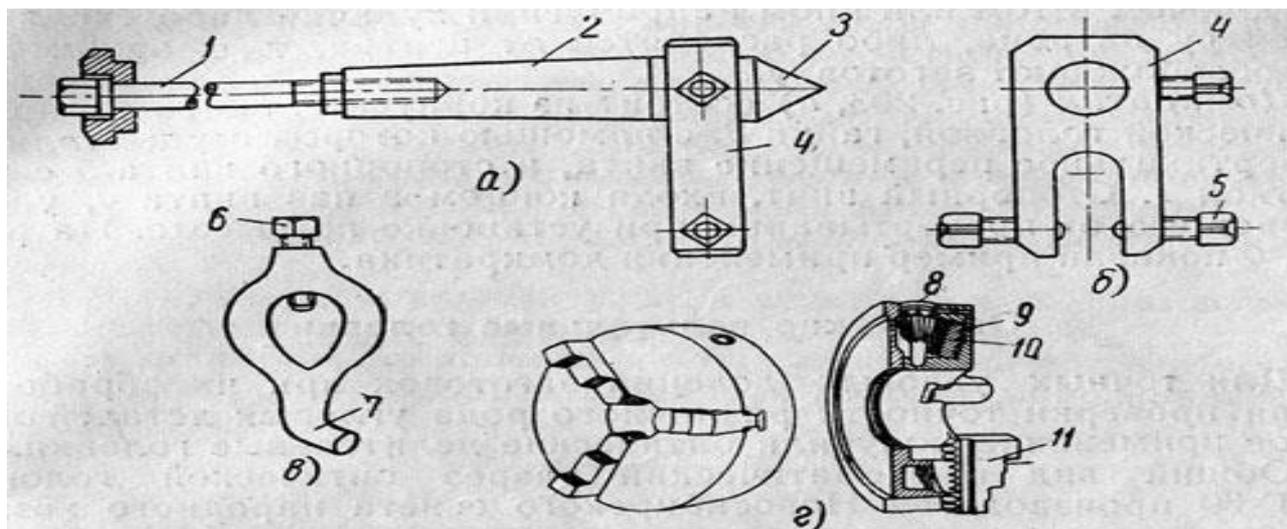


Рис. 202. Приспособления для закрепления заготовок в делительной головке

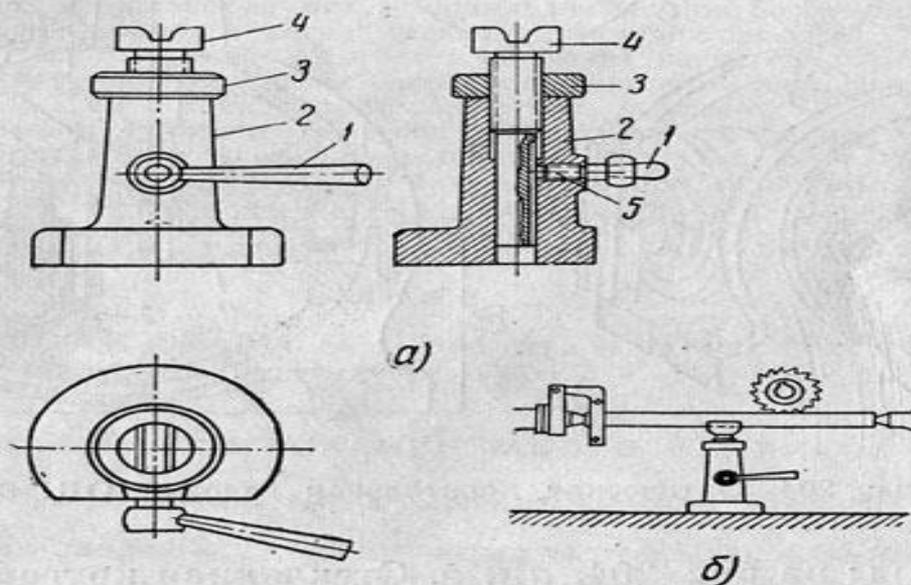


Рис. 203. Домкратик

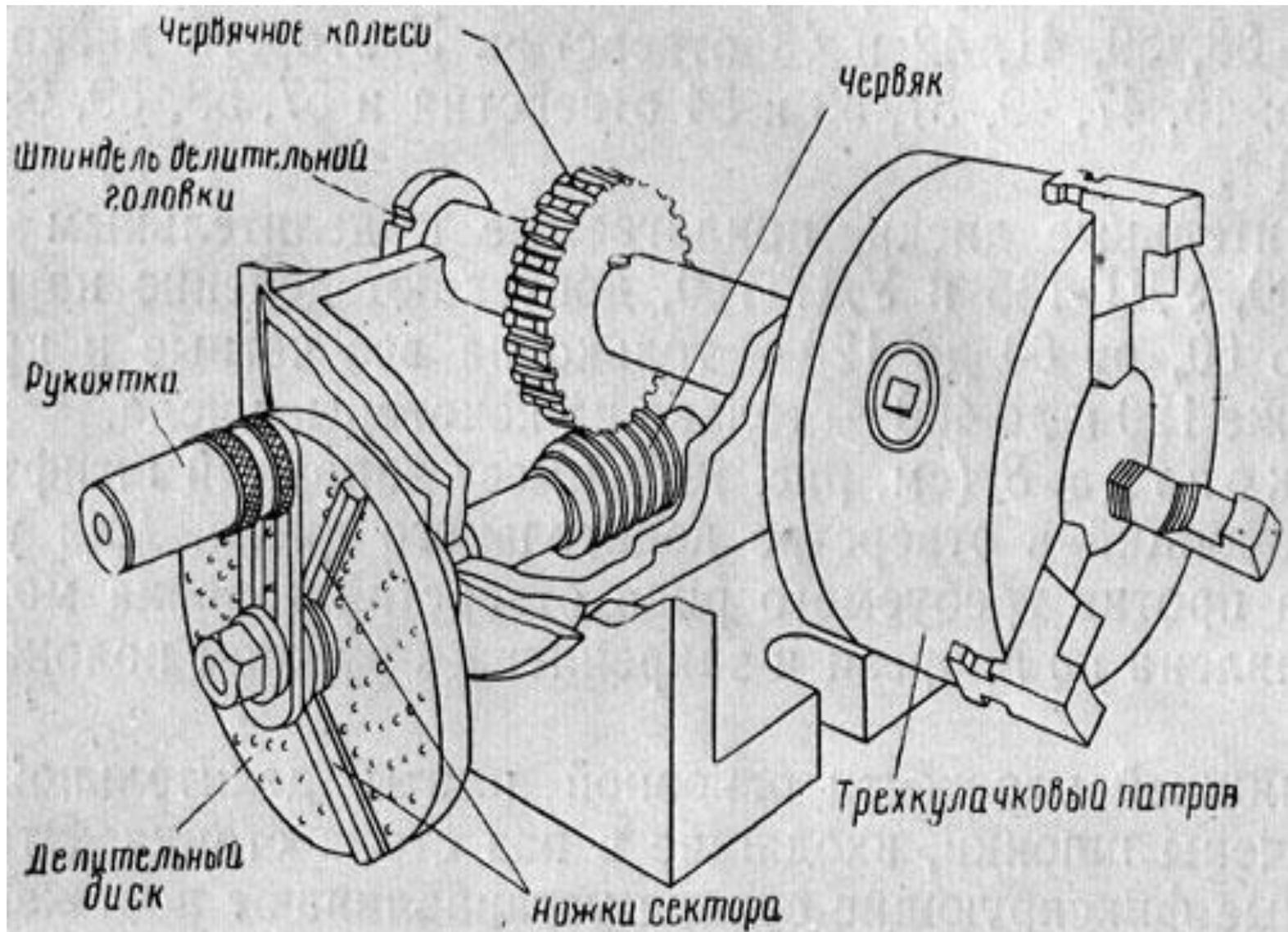
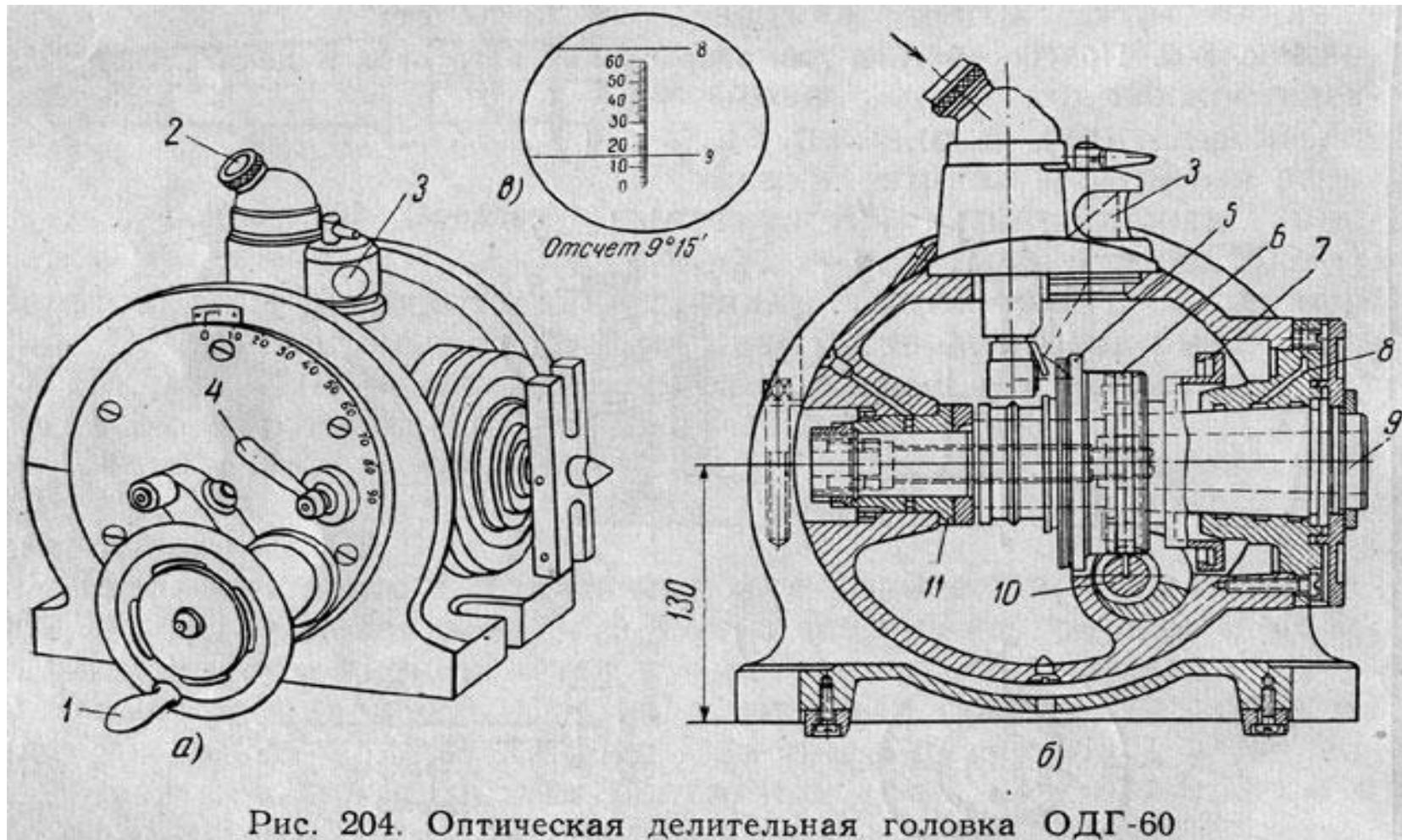


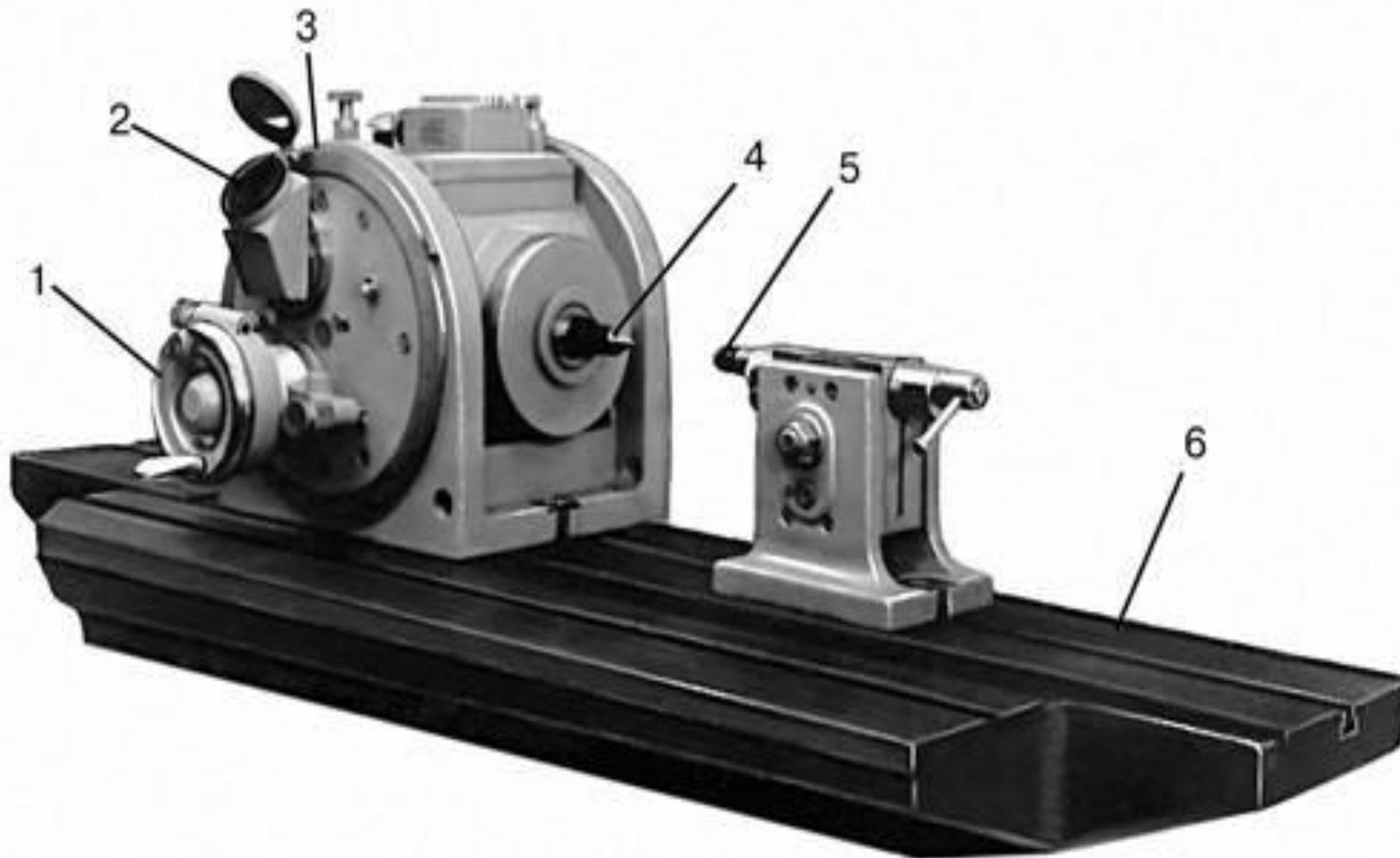
Рис. 199. Схема простого деления



Недостатком **оптических делительных головок** является невозможность использования их при фрезеровании винтовых канавок.



1-Блок настройки, 2-оптический окуляр, 3-шкала, 4,5-установочные центры, 6-стол



## *Применение смазочно-охлаждающих жидкостей при фрезеровании*

- Подвод СОЖ в зону резания осуществляется поливом в зону резания, поливом под давлением со стороны задней поверхности инструмента, распылением и другими способами.
- Фрезами, оснащенными пластинками твердого сплава, обычно обрабатывают без СОЖ или с обильным охлаждением эмульсией.
- Фрезерование серого чугуна на универсальных фрезерных станках обычно производится без охлаждения, а ковкого — с охлаждением эмульсией.