

# Обработка отверстий

# Тема 9. ОБРАБОТКА ОТВЕРСТИЙ

## Учебные вопросы:

- 1. Сущность процессов сверления, зенкерования, зенкования, цекования и развертывания.
- 2. Инструменты и приспособления, применяемые, при обработке отверстий. Сверла, износ и формы заточки сверл. Основные правила заточки сверл. Зенкеры, зенковки, цековки, развертки. Приспособления для установки инструментов. Приспособления для установки и крепления заготовок. Машинные тиски. Кондукторы для закрепления заготовок. Приспособления для ограничения глубины сверления.
- 3. Оборудование для обработки отверстий. Ручное оборудование. Основные правила сверления ручной дрелью. Основные правила сверления ручной электрической дрелью. Стационарное оборудование для сверления. Основные правила работы на сверлильном станке. Правила безопасности при сверлении.
- 4. Режимы резания и припуски при обработке отверстий. Типичные дефекты при обработке отверстий, причины их появления и способы предупреждения.

# **1. Сущность процессов сверления, зенкерования, зенкования, цекования и развертывания.**

При обработке отверстий различают три основных вида операций: сверление, зенкерование, развертывание и их разновидности: рассверливание, зенкование, цекование.

- **Сверление** - это операция по образованию сквозных и глухих отверстий в сплошном материале, выполняемая при помощи режущего инструмента - сверла.

- Различают сверление ручное - ручными пневматическими и электрическими сверлильными устройствами (дрелями) и сверление на сверлильных станках.

- Одной из разновидностей сверления является рассверливание - увеличение диаметра отверстия, просверленного ранее.

## Продолжение 1 вопроса

**Зенкерованием** называется операция, связанная с обработкой предварительно просверленных, штампованных, литых или полученных другими методами отверстий с целью придания им более правильной геометрической формы (устранение отклонений от круглости и других дефектов), а также достижения более высокой, по сравнению со сверлением, точности (до 8-го качества) и более низкой шероховатости (до  $Ra\ 1,25$ ).

К разновидностям зенкерования относятся зенкование и цекование.

### **Основные правила зенкерования отверстий:**

- сверление и зенкерование отверстий необходимо производить с одной установки детали (заготовки) на станке, т. е. меняя только обрабатывающий инструмент;
- при зенкеровании необработанных отверстий в корпусных деталях особое внимание следует обращать на надежность установки и прочность закрепления детали;

## Продолжение 1 вопроса

- необходимо точно соблюдать величину припуска на зенкерование, руководствуясь соответствующей таблицей;
- зенкерование следует производить на тех же режимах, что и сверление;
- необходимо соблюдать те же правила охраны труда, что и при сверлении.

**Зенкование** - это обработка на вершине просверленных отверстий цилиндрических или конических углублений под головки винтов и заклепок, а также фасок. Операция выполняется при помощи специального инструмента - зенковки.

### Основные правила зенкования отверстий:

- необходимо соблюдать правильную последовательность зенкования отверстий: вначале просверлить отверстие, а потом осуществить его зенкование;
- сверление отверстия и его зенкование следует производить с одной установки заготовки (детали), сменяя только инструмент;

## Продолжение 1 вопроса

-зенкование следует выполнять при ручной подаче зенковки и малой частоте вращения шпинделя (не более 100 об/мин) с применением эмульсии, глубину зенкования надо проверять штангенциркулем или линейкой станка;

-при зенковании отверстий цилиндрической зенковкой, когда диаметр цапфы больше диаметра отверстия, необходимо вначале просверлить отверстие по диаметру цапфы, а затем зенковать отверстие. Заключительная операция - рассверливание отверстия на заданный размер.

**Цекование** - это операция по зачистке торцевых поверхностей при обработке бобышек под шайбы, гайки, стопорные кольца. Операция производится с помощью специального инструмента - цековки, которая устанавливается на специальных оправках.

## Продолжение 1 вопроса

**Развертывание** - это операция по обработке ранее просверленных отверстий с высокой степенью точности (до 6-го качества) и малой шероховатостью (до  $Ra 0,63$ ).

### Основные правила развертывания отверстий:

- необходимо точно соблюдать величину припуска на развертывание, руководствуясь соответствующей таблицей;
- ручное развертывание следует выполнять в два приема: вначале черновое, а затем чистовое;
- в процессе развертывания отверстия в стальной заготовке необходимо обильно смазывать обрабатываемую поверхность эмульсией или минеральным маслом, чугунные заготовки следует развертывать всухую;
- ручное развертывание следует осуществлять только по часовой стрелке во избежание задиров стенок отверстия стружкой;
- в процессе обработки следует периодически очищать развертку от стружки;

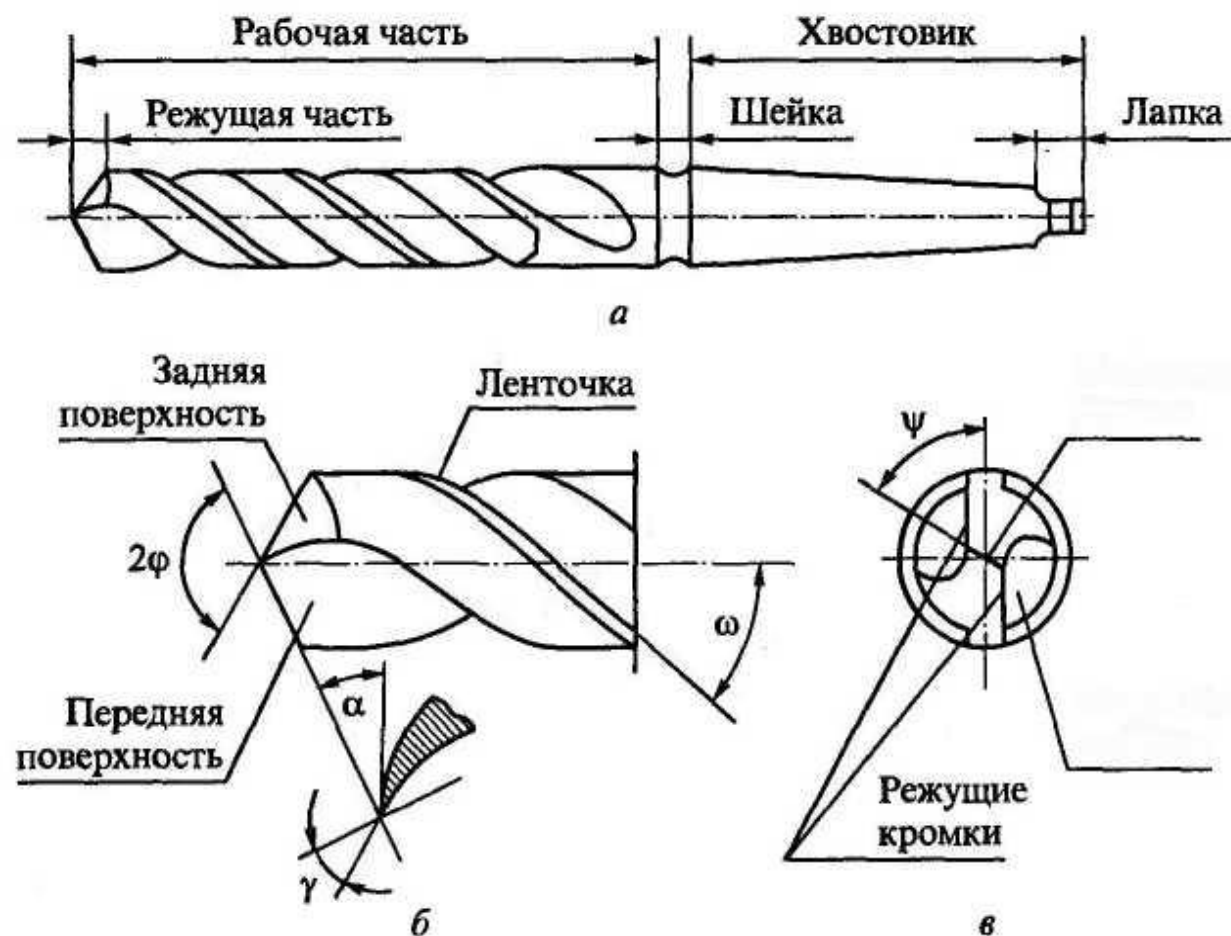
## **Продолжение 1 вопроса**

**-точность обработки развернутых отверстий следует проверять калибрами: цилиндрических - проходным и непроходным; конических - по предельным рискам на калибре. Развернутое коническое отверстие допускается проверять контрольным штифтом «на карандаш»;**

**-сверление и развертывание отверстий на сверлильном станке машинной разверткой необходимо производить с одной установки заготовки, меняя только обрабатывающий инструмент.**



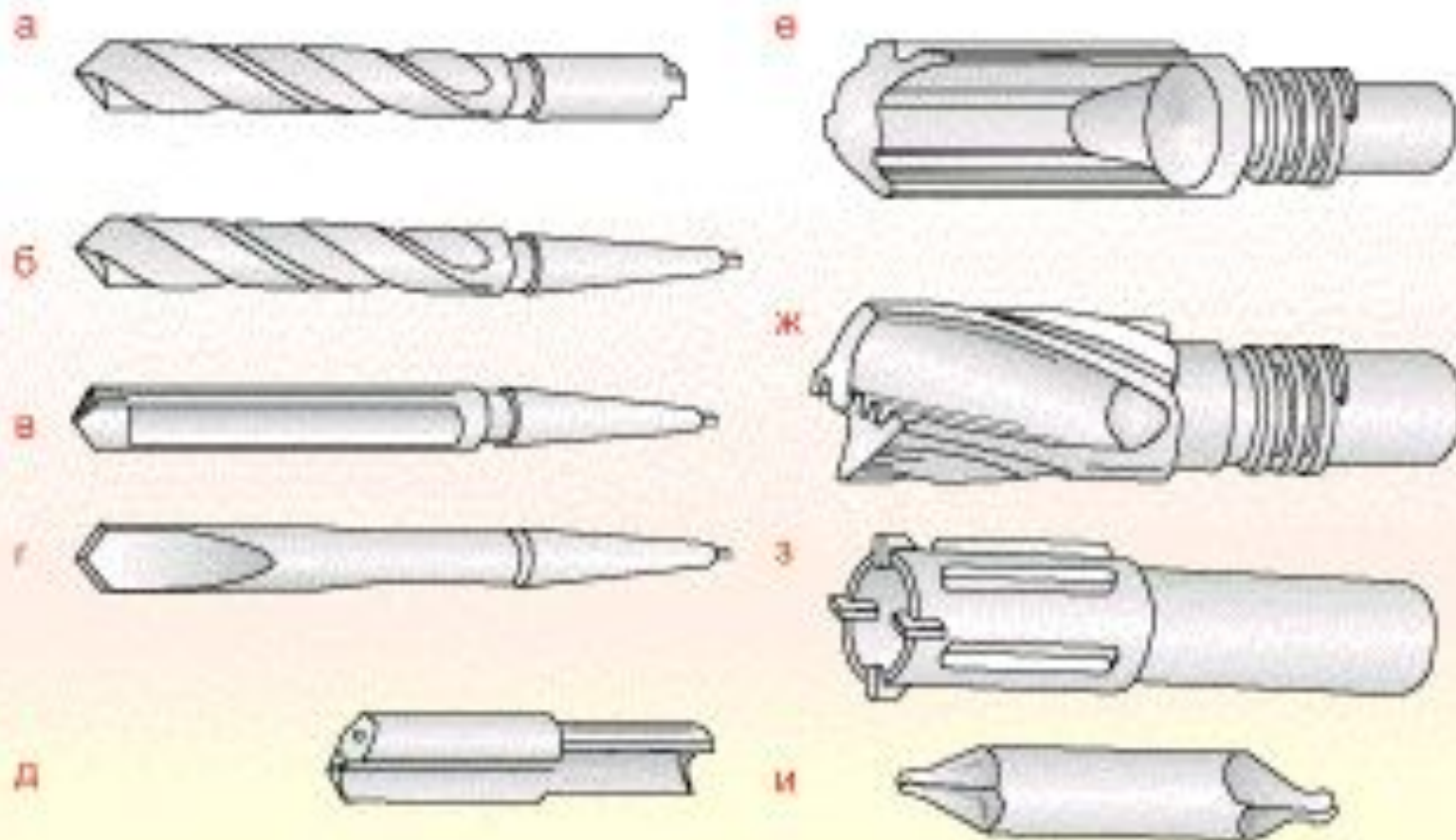
## 2. Инструменты и приспособления, применяемые, при обработке отверстий



**Сверла** применяются при обработке отверстий в сплошном материале. По конструкции различаются спиральные, центровочные, перовые, ружейные с наружным или внутренним отводом стружки и кольцевые (трепанирующие головки) сверла.

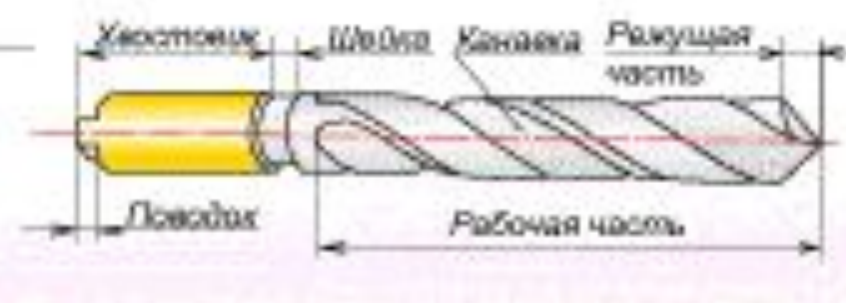
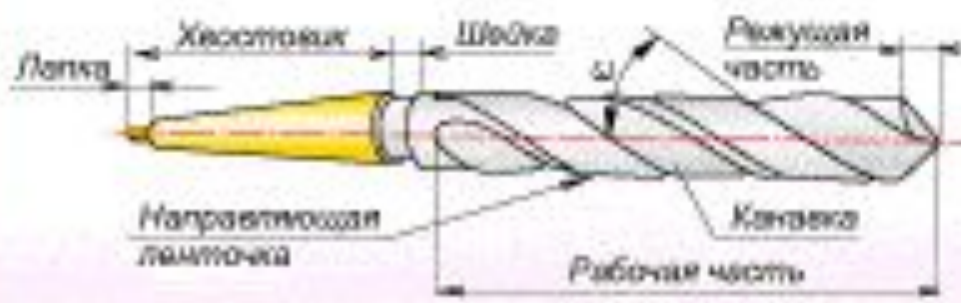
**Рис. 2.1. Спиральное сверло: а - конструкция сверла; б - конструкция рабочей части; в - конструкция режущей части;  $2\varphi$  - угол при вершине;  $\omega$  - угол наклона винтовой канавки;  $\alpha$  - главный задний угол;  $\gamma$  - передний угол;  $\psi$  - угол наклона поперечной режущей кромки**

## Сверление. Разновидности сверл



а, б - спиральные, в - с прямыми канавками, г - перовое, д - ружейное, е -однокромочное с внутренним отводом стружки для глубокого сверления, ж - двухкромочное для глубокого сверления, з - для кольцевого сверления, и - центровочное

# Сверление. Спиральные сверла, элементы сверла



а

б

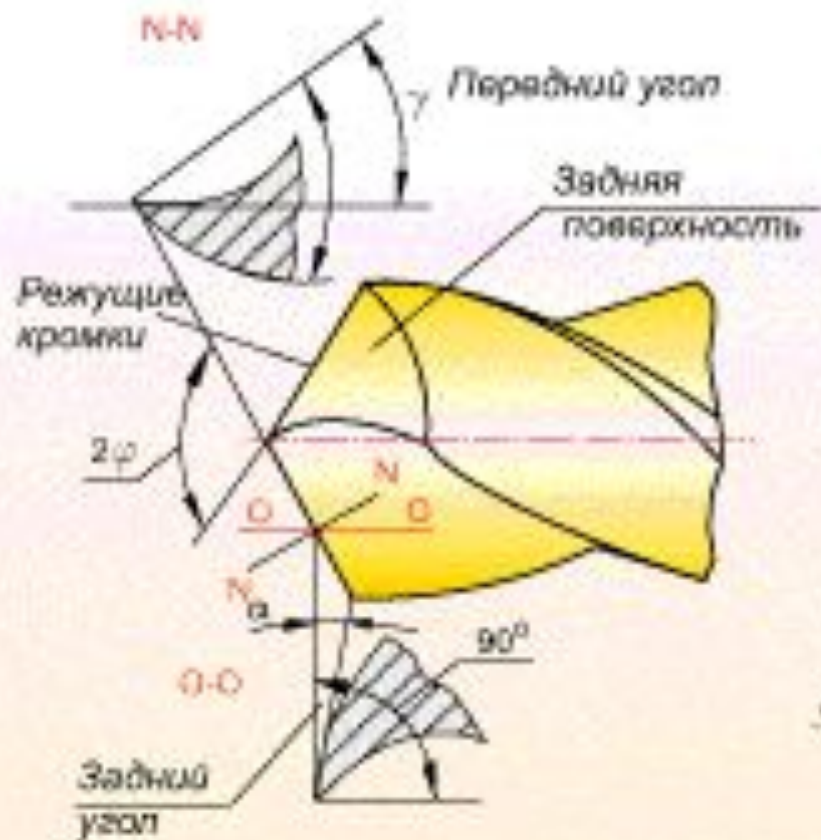


в

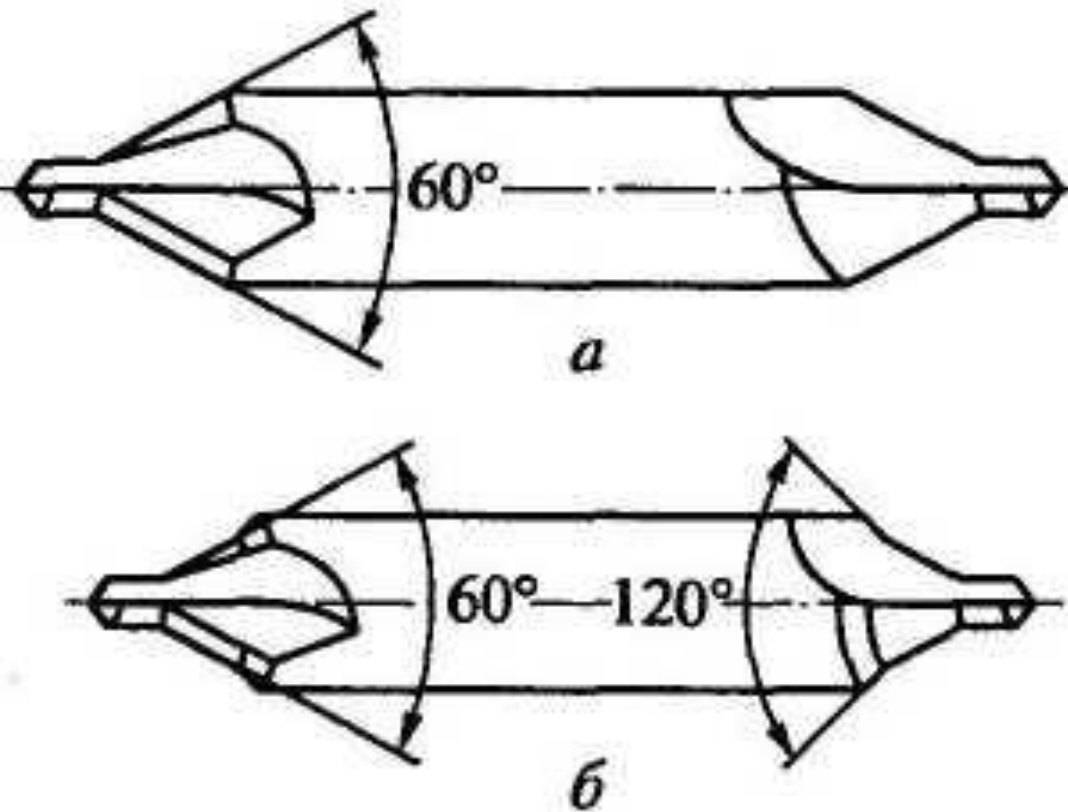
а - сверло с конусом Морзе; б - сверло с цилиндрическим хвостовиком; в - элементы сверла



# Сверление. Геометрические параметры режущей части спирального сверла



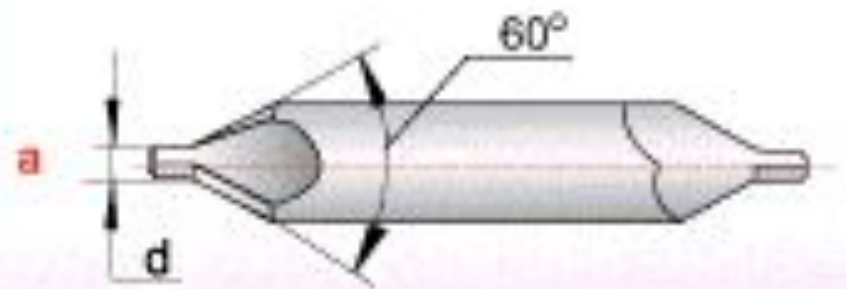
## Продолжение 2 вопроса



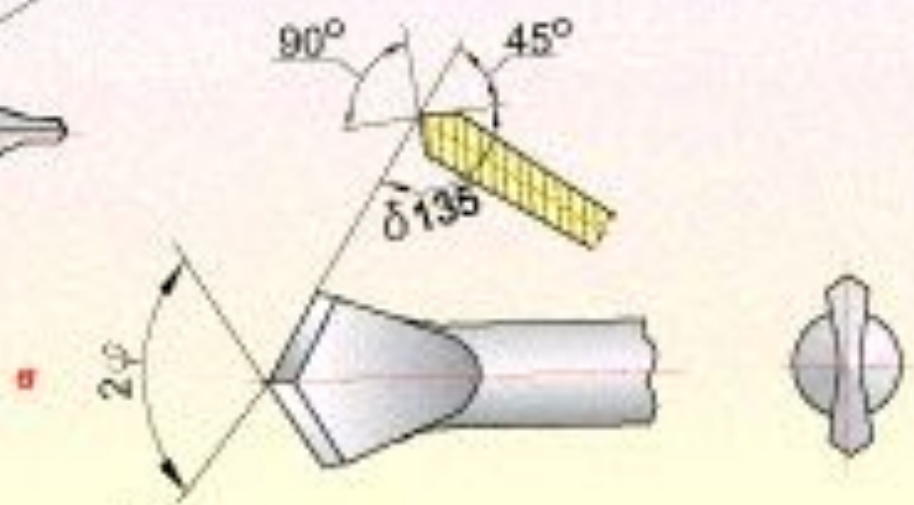
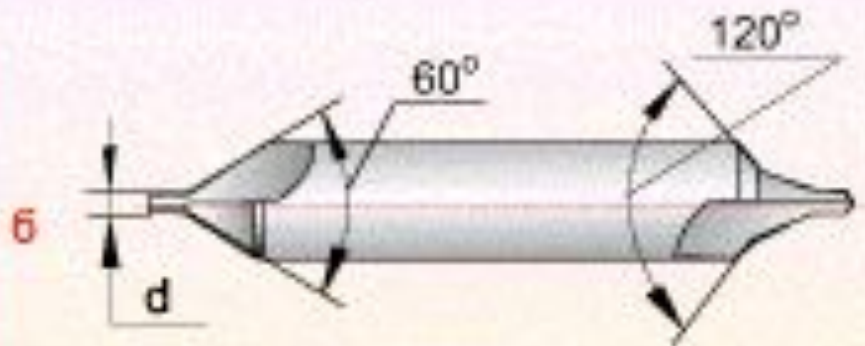
**Центровочные сверла** (рис. 2.2) предназначены для выполнения центровых отверстий, их изготавливают из быстрорежущих инструментальных сталей марок P9 и P12. По конструкции различают центровые сверла без предохранительного конуса (рис. 3.27, а) и с предохранительным конусом (рис. 3.27, б).

**Рис. 2.2. Центровочные сверла: а - без предохранительного конуса; б - с предохранительным конусом**

# Сверление. Сверла центровочные и перьевые



- - без предохранительного конуса
- - с предохранительным конусом

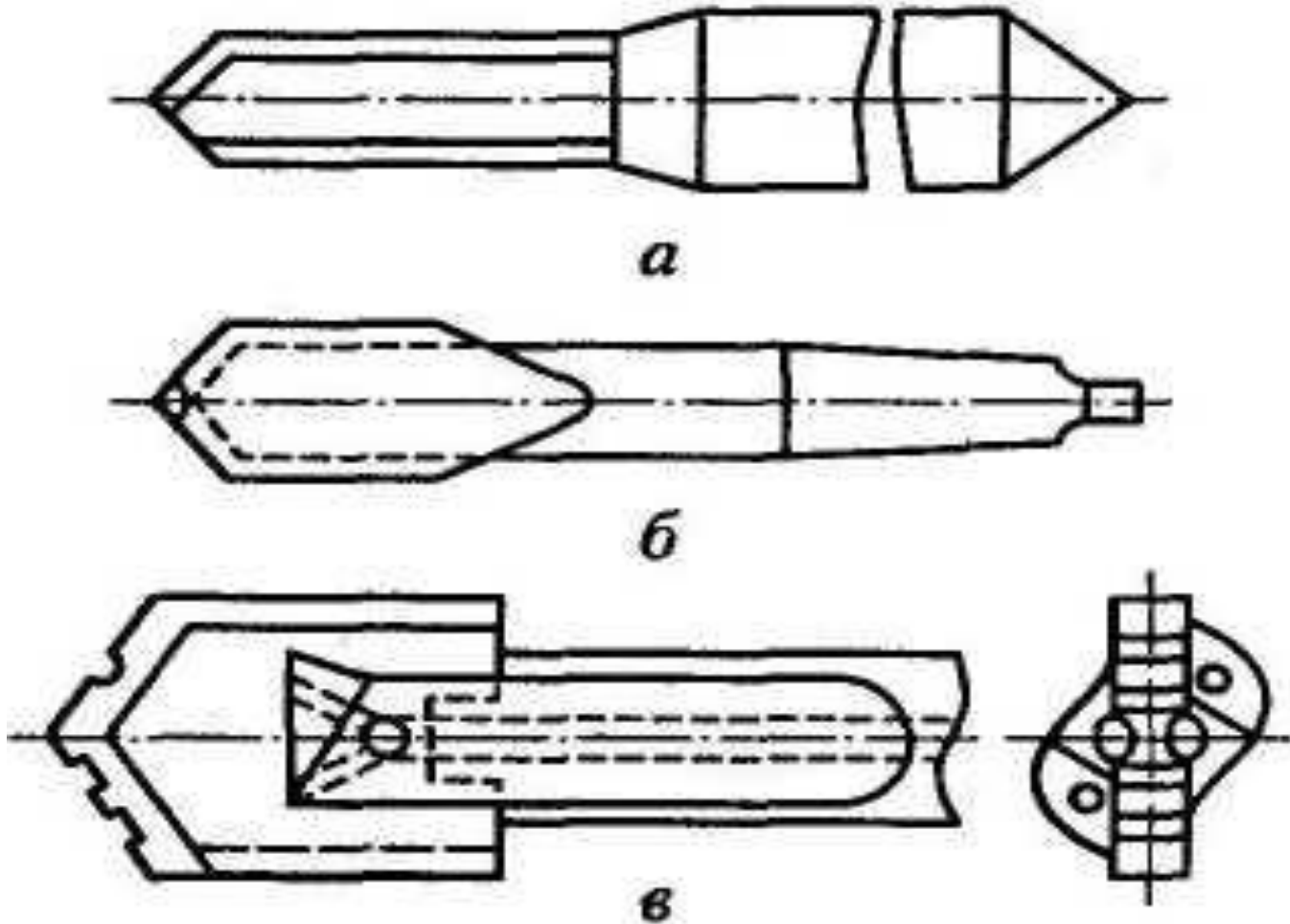


- - двухстороннее
- - одностороннее



## Продолжение 2 вопроса

**Перовые сверла** (рис. 2.3) имеют плоскую рабочую часть и прямые канавки для отвода стружки.

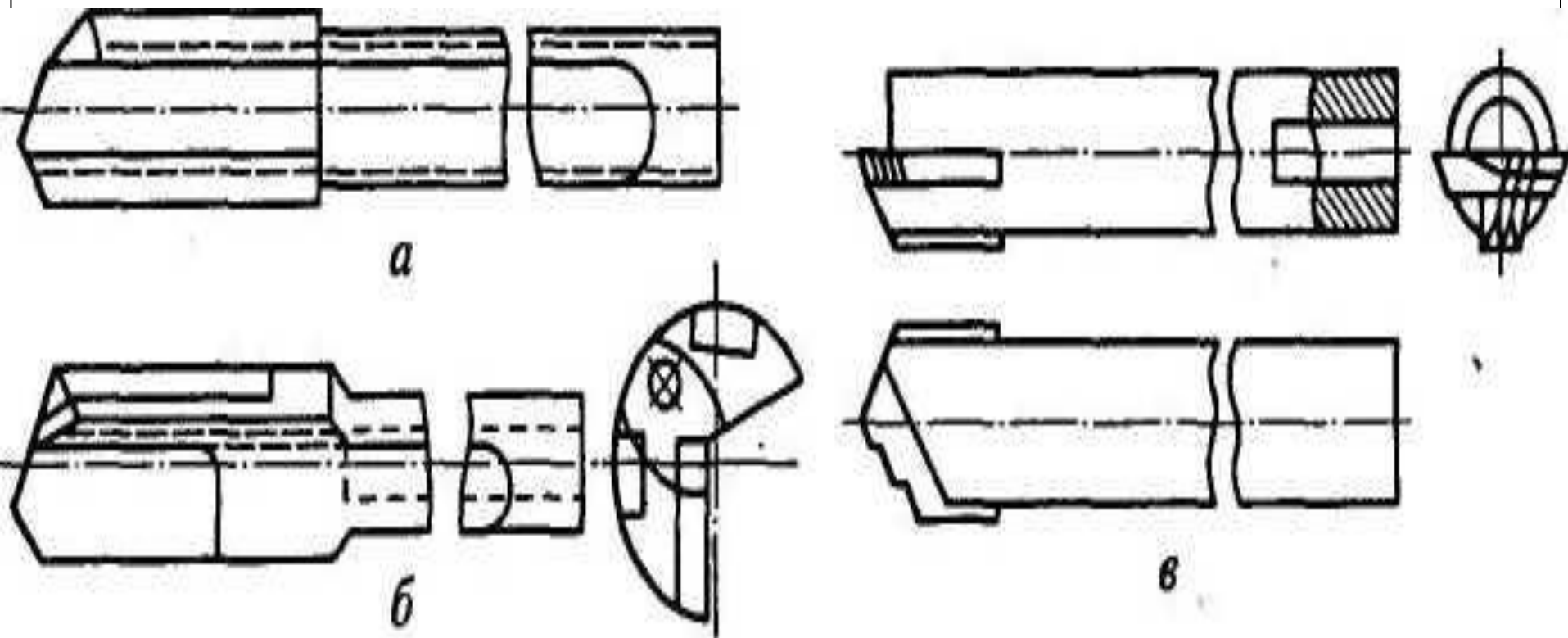


**Рис. 2.3. Перовые сверла: а - с цилиндрическим хвостовиком; б - с коническим хвостовиком; в - с подводом СОЖ**



## Продолжение 2 вопроса

**Ружейные сверла** (рис. 2.4) применяются для сверления глубоких и сверхглубоких отверстий.

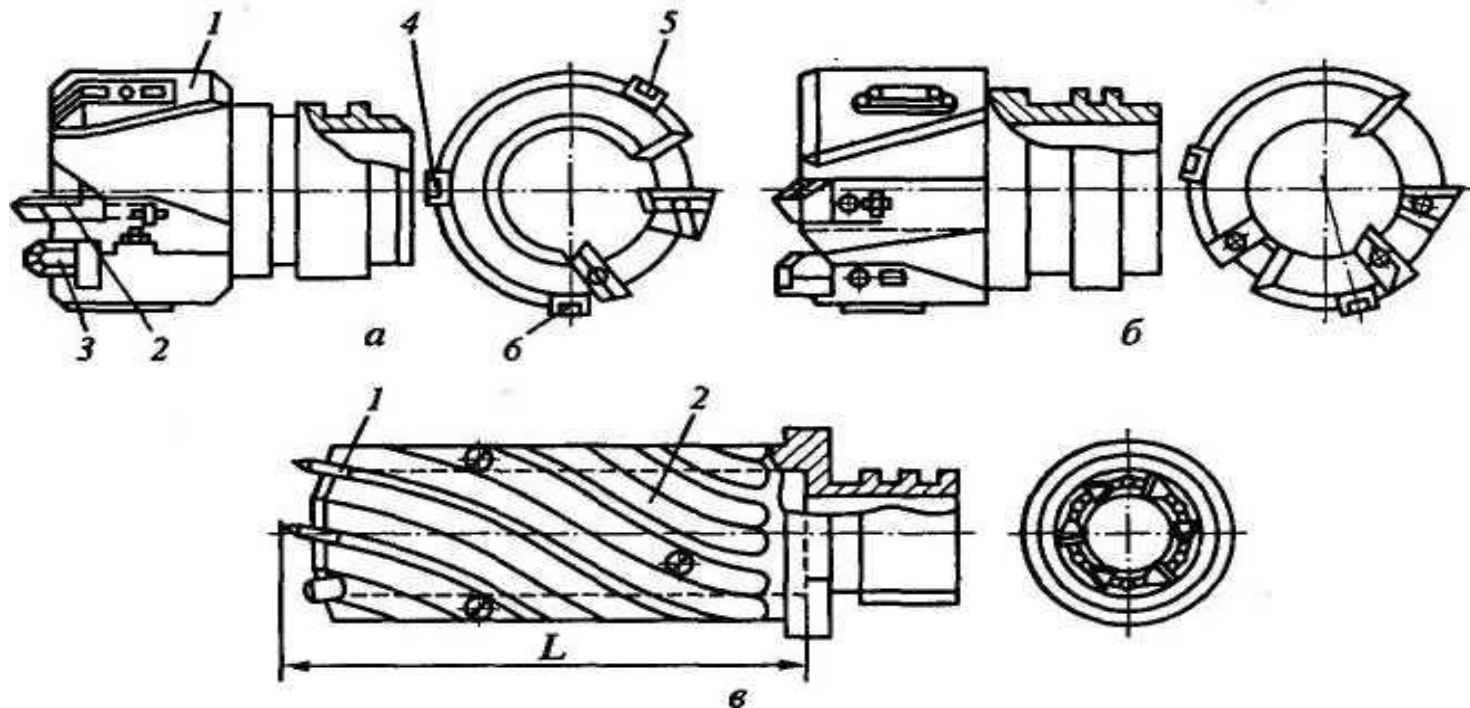


**Рис. 2.4. Ружейные сверла: а - с колоском из быстрорежущей стали; б - армированное пластинами из твердого сплава; в - с внутренним отводом СОЖ**



# Продолжение 2 вопроса

**Кольцевые сверла** (рис. 2.5) применяются для уменьшения сил резания и потребляемой мощности оборудования, повышения производительности обработки сплошных отверстий диаметром более 50 мм, а также уменьшения объема стружки и последующего использования образующегося вдоль оси обрабатываемого отверстия центрального стержня.



**Рис. 2.5. Кольцевые сверла: а - двурезцовые: 1 - корпус; 2,3- сменные резцы; 4,5,6- направляющие пластины; б - трехрезцовые; в - многорезцовые: 1 - резцы; 2 - корпус; L - длина рабочей части**

# Продолжение 2 вопроса

## Износ и формы заточки сверл

У спиральных сверл износ происходит преимущественно по задней поверхности уголка на пересечении заборного конуса с ленточками сверла (рис. 2.6, а)

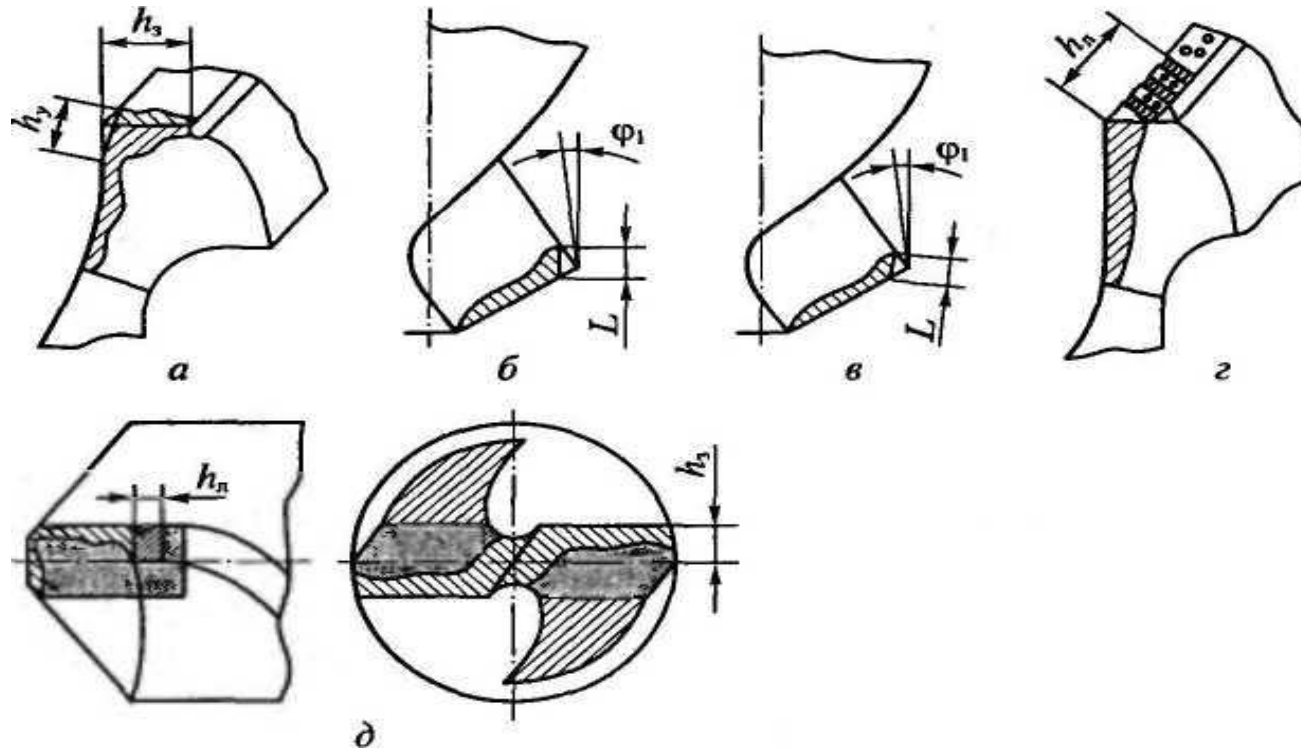
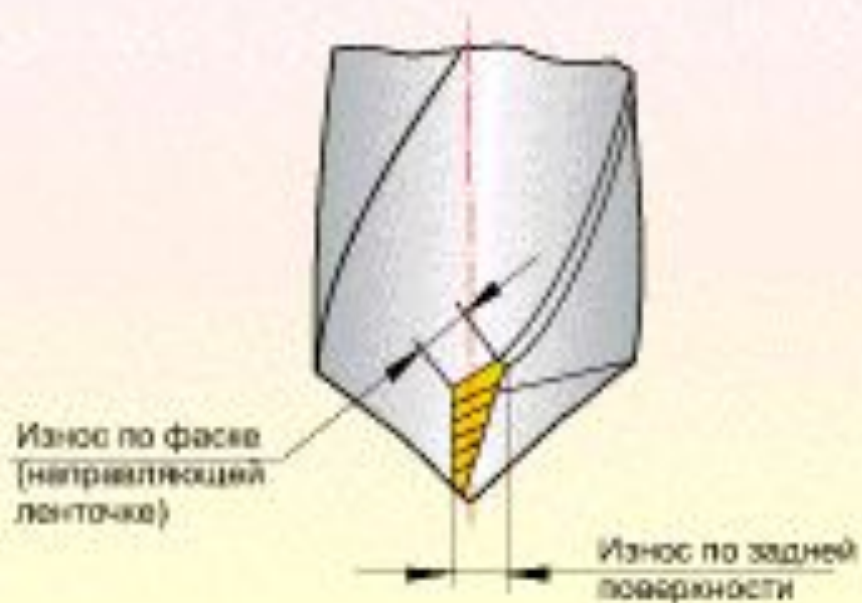


Рис. 2.6. Износ сверл: а - по задней поверхности; б, в, г - по ленточке; д - твердосплавных сверл;  $h_1$  - износ по оси;  $h_3$  - износ затылованной части;  $h_2$  - износ ленточки;  $L$  - линейный износ уголка;  $\phi_1$  - угловой износ сверла

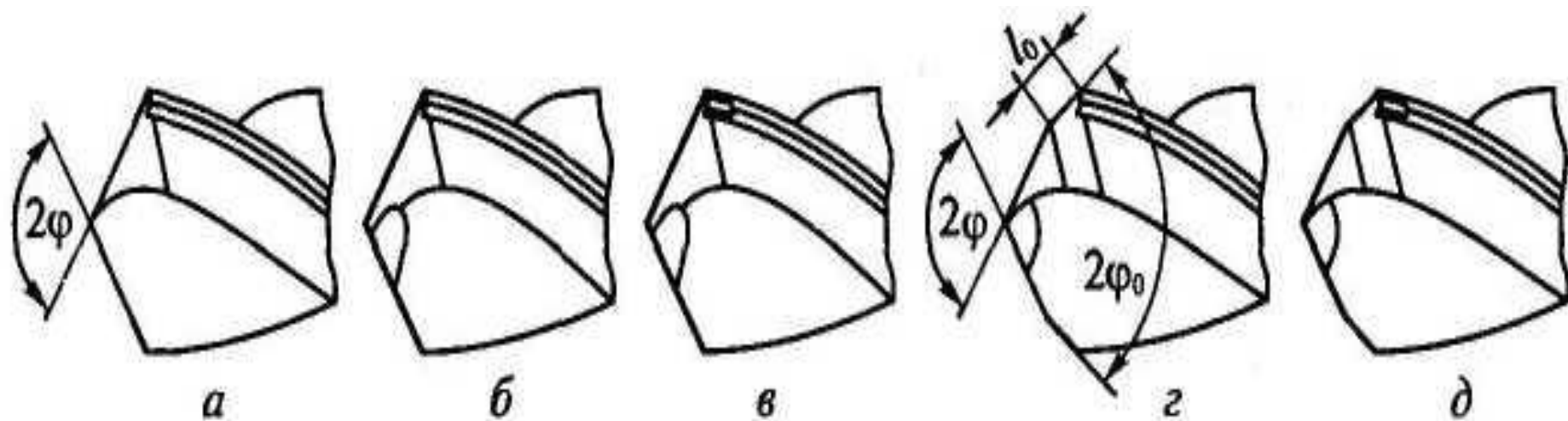
## Сверление. Виды износа сверла



Износ сверла в первой стадии может быть обнаружен по резко срывающему звуку. Опытный рабочий безошибочно по звуку устанавливает момент, когда сверло начинает закручиваться. При работе пластинчатым сверлом температура резко возрастает и сверло еще больше изнашивается и увеличивается диаметр. Чтобы повысить стойкость режущего инструмента и получить чистую поверхность отверстия, при сверлении металлов и сплавов пользуются охлаждающими жидкостями.



# Продолжение 2 вопроса



**Рис. 2.7. Форма заточки:**

**а - одинарная; б - одинарная с подточкой перемычки; в - одинарная с подточкой перемычки и ленточки; г - двойная с подточкой перемычки; д - двойная с подточкой перемычки и ленточки;  $2\varphi$  - угол при вершине;  $l_0$  - ширина дополнительной заточки;  $2\varphi_0$  - угол дополнительной заточки**

# Продолжение 2 вопроса

## *Основные правила заточки сверл*

**1. Необходимо отрегулировать положение подручника заточного станка таким образом, чтобы между ним и периферией заточного круга был зазор не менее 2 мм. Следует проверить наличие и исправность экрана заточного станка.**

**2. Необходимо соблюдать следующие требования к заточке сверл:**

**-заточку следует производить периферией заточного круга;**

**-в левой руке должна находиться режущая часть сверла режущими кромками вверх, в правой руке - хвостовик сверла;**

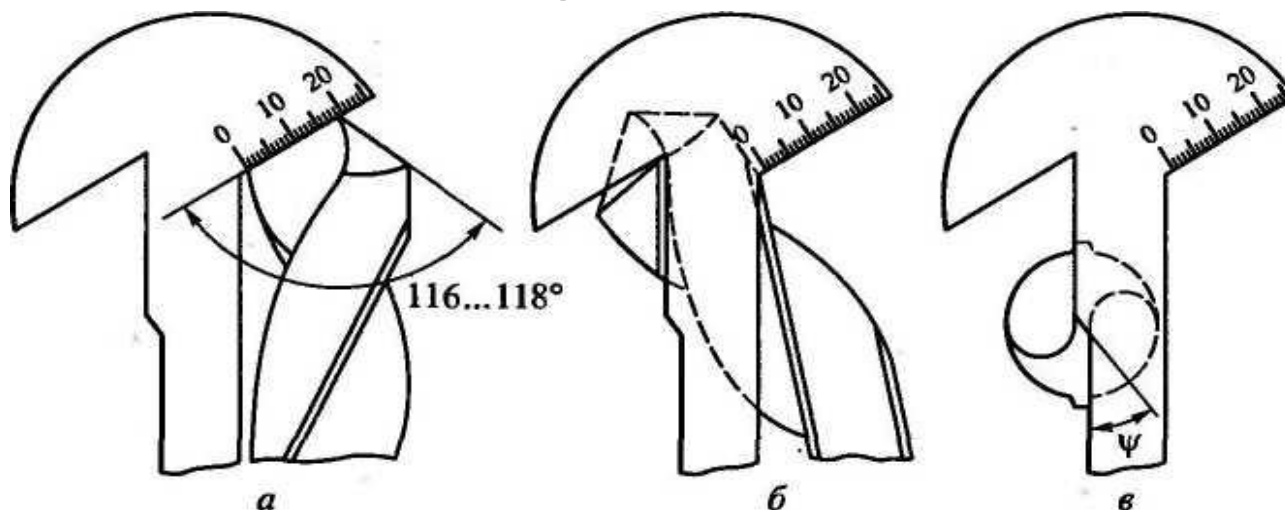
**-кисть левой руки должна опираться на подручник станка.**

**3. При заточке следует периодически проверять правильность заточки сверла по специальному шаблону (рис. 2.8):**



## Продолжение 2 вопроса

- длина режущих кромок должна быть одинаковой;
- угол заточки при вершине сверла должен соответствовать шаблону;
- углы между кромками и боковой поверхностью сверла должны быть одинаковыми;
- углы заострения кромок должны быть равны и соответствовать шаблону.



**Рис. 2.8. Шаблон для контроля заточки сверл: а - контроль угла при вершине; б - контроль угла наклона ленточки; в - контроль угла наклона поперечной режущей кромки;  $\psi$  - угол наклона поперечной режущей кромки**

## **Продолжение 2 вопроса**

**4. Необходимо заправить режущие кромки сверла на бруске.**

**5. Необходимо произвести пробное сверление отверстия заточенным сверлом:**

**-стружки от обеих режущих кромок должны быть одинаковой толщины (проверять визуально);**

**-диаметр просверленного отверстия должен точно соответствовать диаметру сверла;**

**-отверстие не должно смещаться более чем на 0,2 мм (проверка осуществляется по контрольным рискам).**

## **Продолжение 2 вопроса**

**6. Необходимо соблюдать следующие требования правил безопасности:**

**-заточку сверл малого диаметра надо производить на мелкозернистом круге;**

**-запрещается выполнять заточку сверл на заточном станке без подручника и с неисправным защитным кожухом или без него;**

**категорически запрещается осуществлять заточку сверл «на весу», т. е. без использования подручника;**

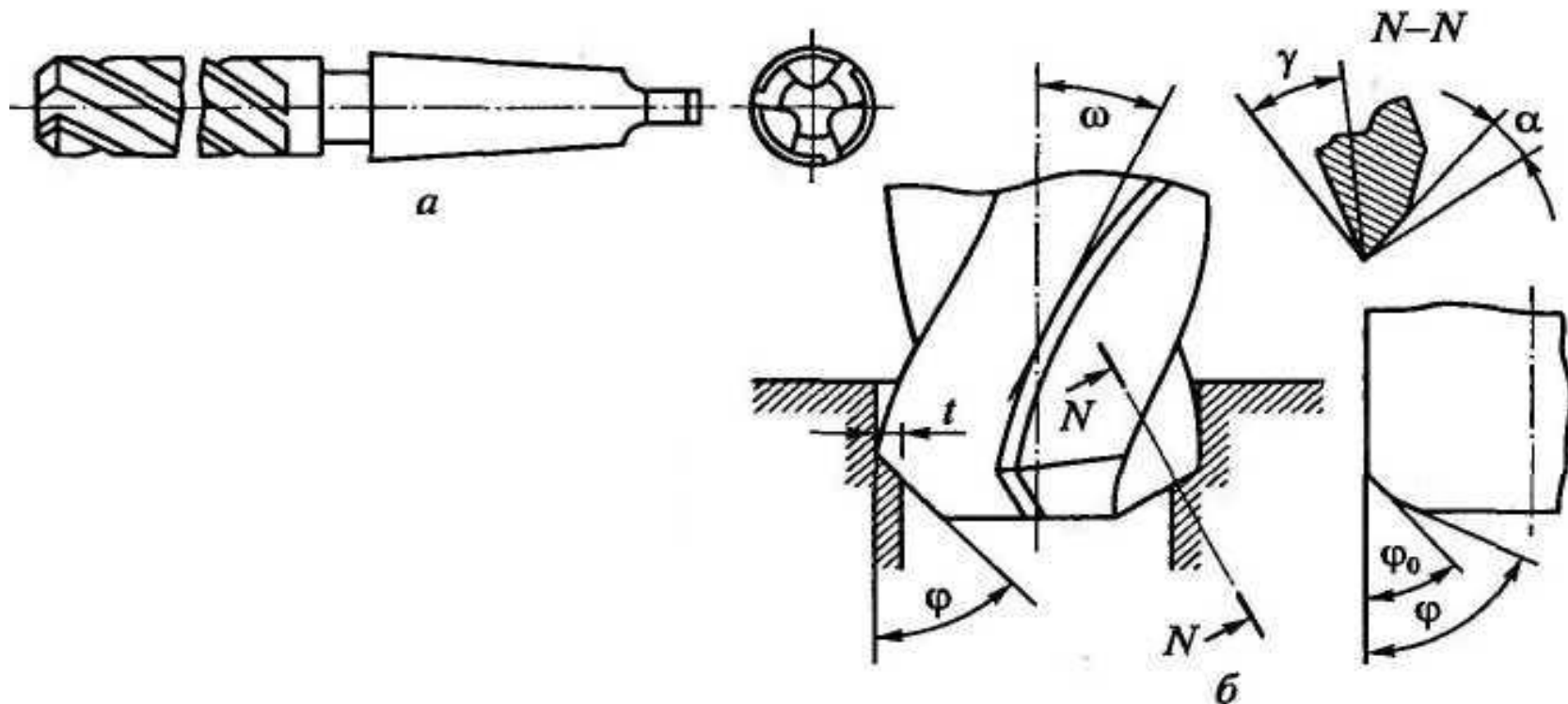
**-обязательно, особенно при заточке сверл большого диаметра, опускать защитный экран, при отсутствии экрана заточку сверл производить с использованием защитных очков во избежание попадания абразивной пыли в глаза.**



# Продолжение 2 вопроса

## Зенкеры, зенковки, цековки, развертки

**Зенкеры** (рис. 2.9, а) предназначены для обработки отверстий в заготовках, полученных отливкой, штамповкой или предварительным сверлением.



**Рис. 2.9. Зенкер: а - конструкция; б - геометрические параметры рабочей части:  $\omega$  - угол наклона ленточки;  $\varphi$  - главный угол в плане;  $\varphi_0$  - угол заборного конуса;  $\gamma$  - передний угол;  $\alpha$  - задний угол;  $t$  - глубина резания**

## Продолжение 2 вопроса

По конструкции зенкеры бывают насадные и цельные и могут иметь различное направление угла спирали (правое, левое, прямое).

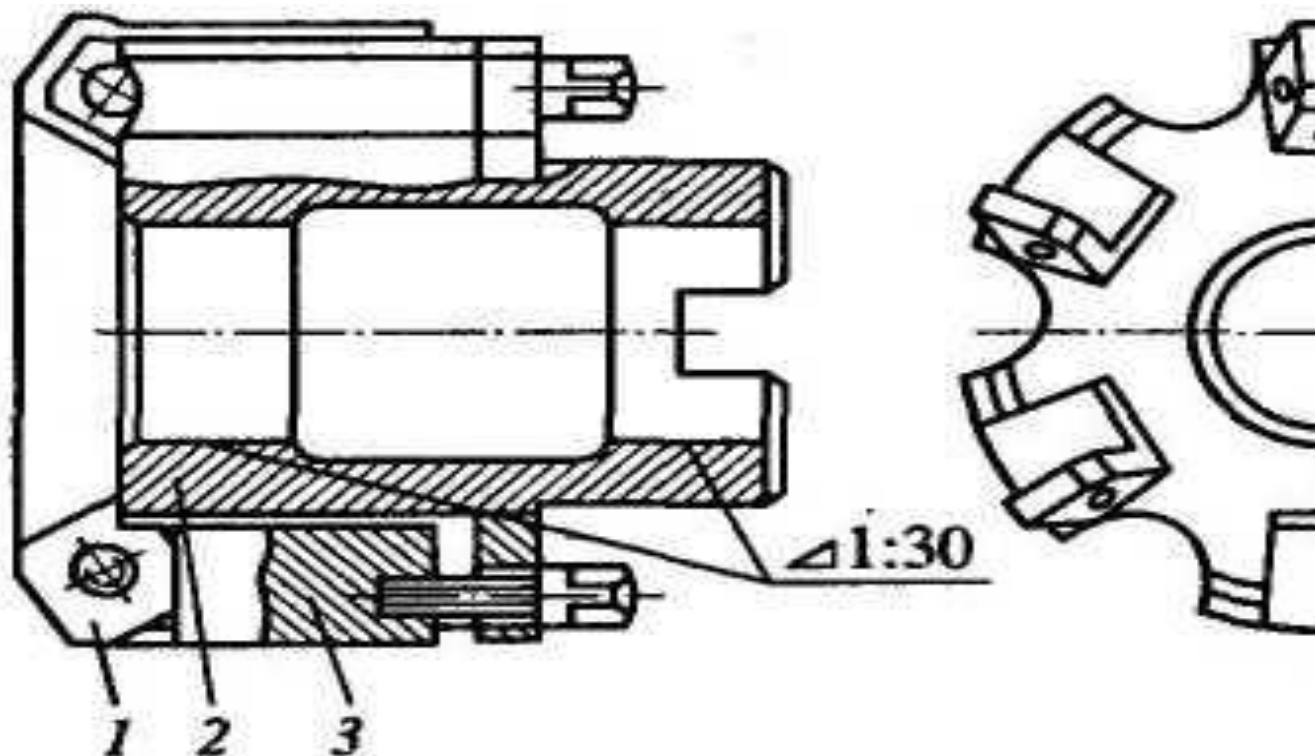
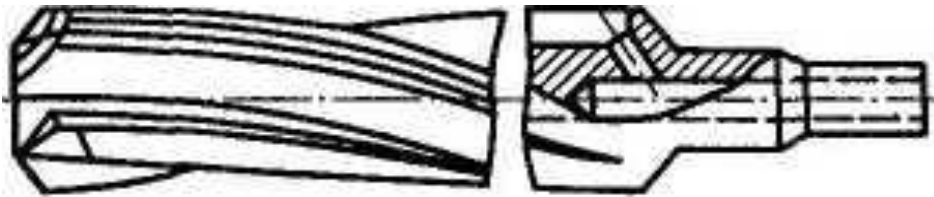


Рис. 2.10. Насадной зенкер: 1 - режущие пластины; 2 - корпус; 3 - тяга

# Продолжение 2 вопроса



Вид А

Рис. 2.12. Зенкер с внутренним подводом СОЖ

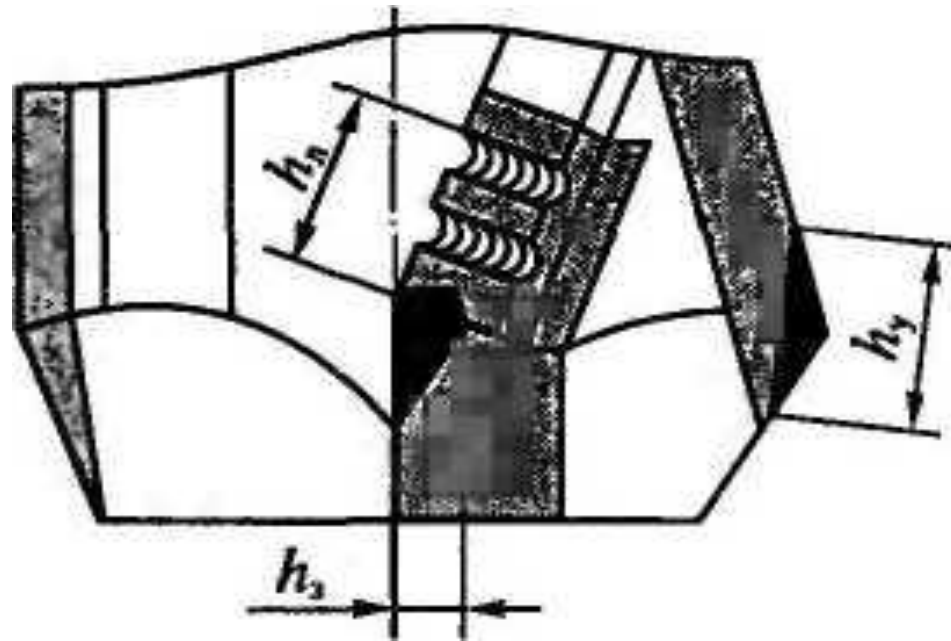
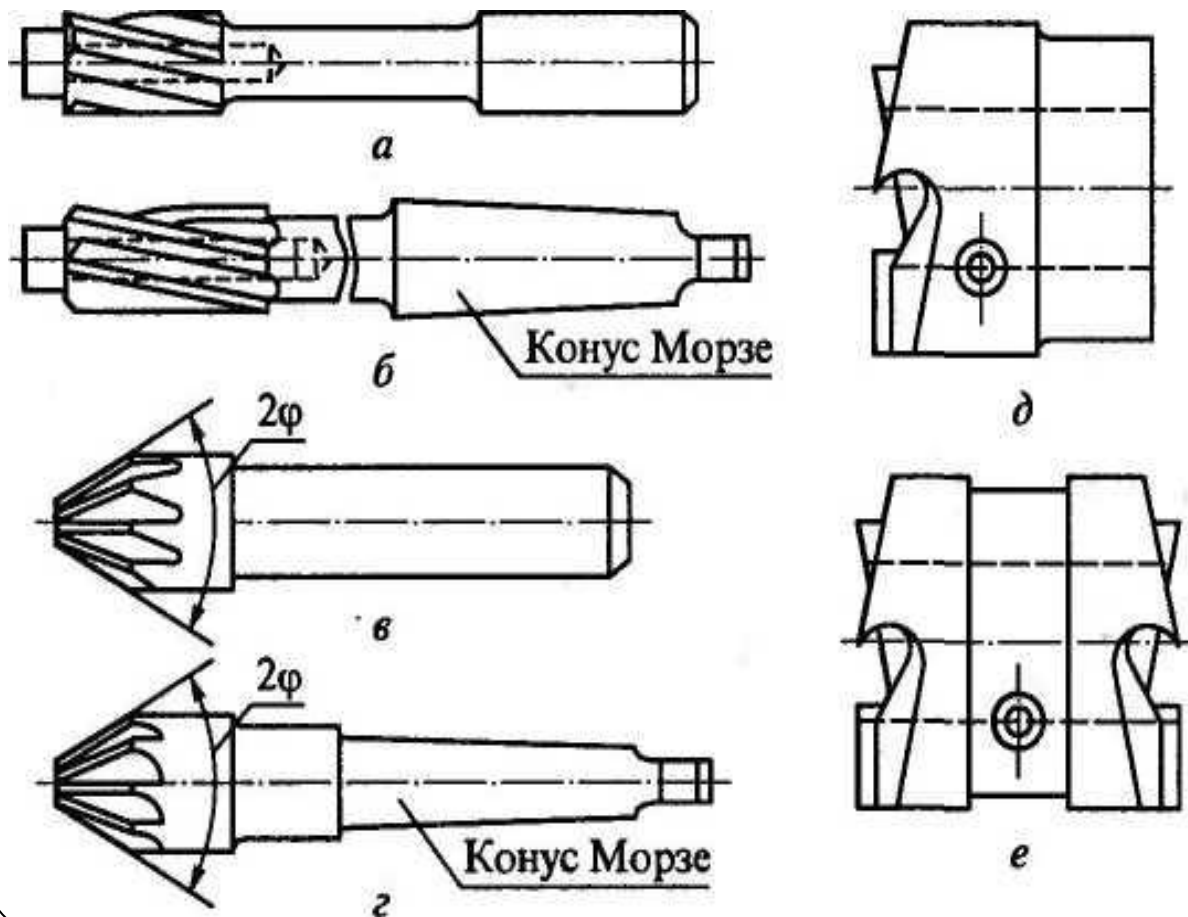


Рис. 2.13. Изнашивание зенкеров:  $h_n$  - длина износа;  $h_3$  - ширина износа;  $h_y$  - износ по уголкам

## Продолжение 2 вопроса

**Зенковки и цековки** (рис. 2.14) для обработки опорных поверхностей под крепежные винты в отличие от зенкеров имеют режущие зубья на торце и направляющие цапфы, которые обеспечивают нужное направление зенковок и цековок в процессе обработки.



**Рис. 2.14. Зенковки и цековки:** а, б - цилиндрические; в, г - конические; д, е - цековки насадные;  $2\varphi$  - угол при вершине

# Продолжение 2 вопроса

**Развертки** (рис. 2.15) изготавливаются цельными и насадными с коническим и цилиндрическим хвостовиком, оснащаются вставными ножами, впаянными пластинами из твердого сплава либо изготавливаются из быстрорежущей стали. Развертки в отличие от сверла и зенкера имеют большее количество режущих кромок

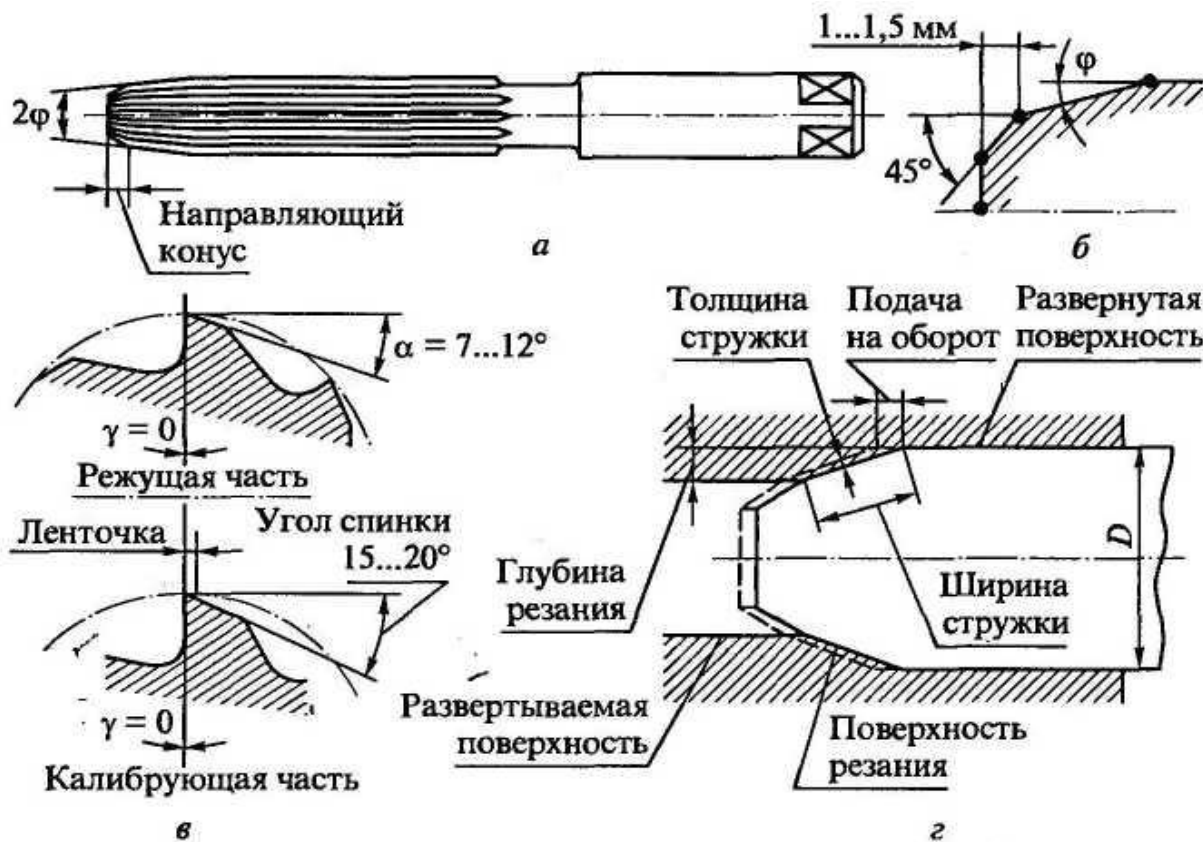


Рис. 2.15 Развертка: а — конструкция; б — конструкция заборной части; в — геометрические параметры режущей и калибрующей частей; г — схема резания;  $\phi$  — угол заборного конуса;  $2\phi$  — угол при вершине;  $\alpha$  — задний угол;  $\gamma$  — передний угол;  $D$  — диаметр развертки



# Продолжение 2 вопроса

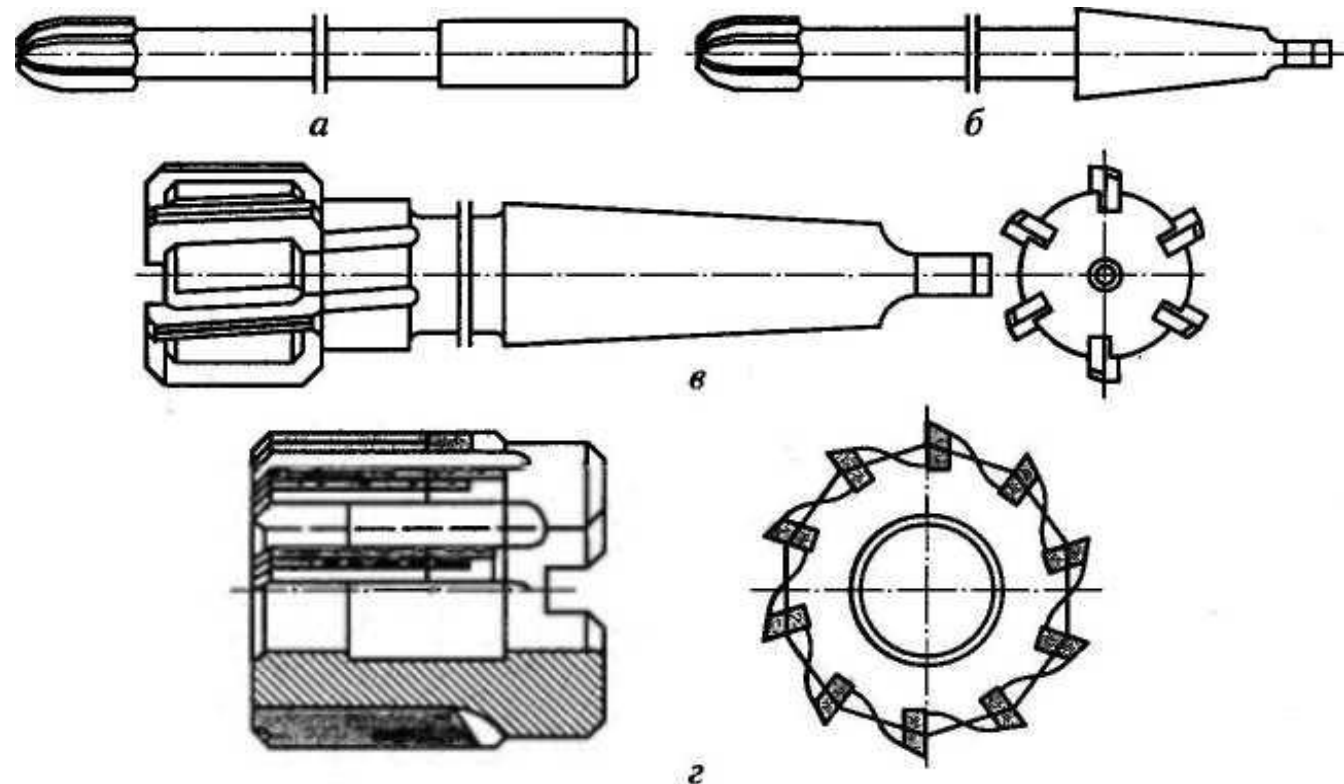
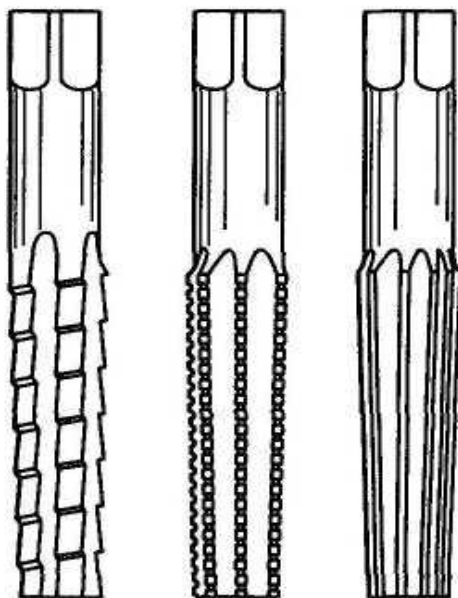
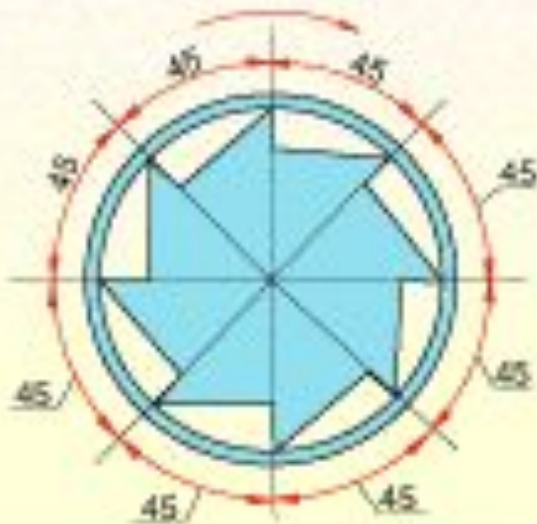
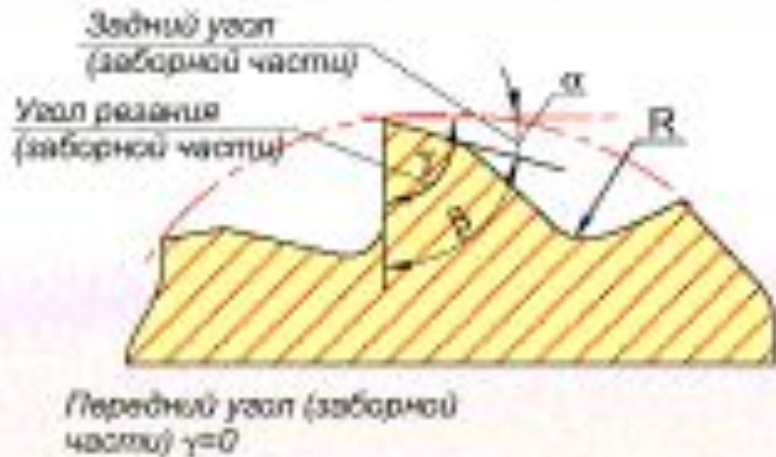


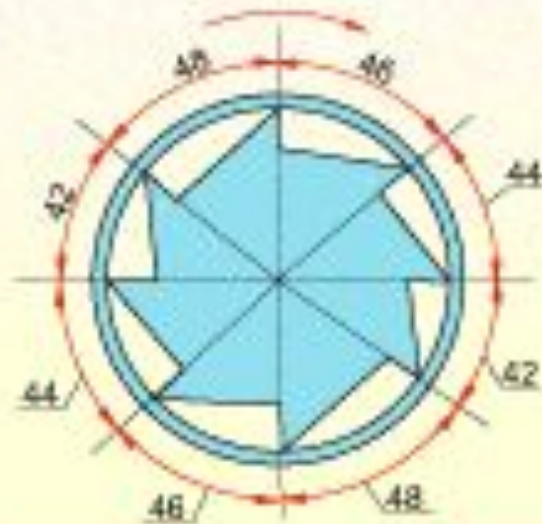
Рис. 2.16.  
Конические  
развертки

Рис. 2.17. Развертки, оснащенные пластинами из твердого сплава: а, б- цельные; в, з- насадные

# Развертывание отверстий. Элементы геометрии



Развертка с равномерным шагом



Развертка с неравномерным шагом

# Развертывание отверстий. Ручная развертка





## Развертывание отверстий.

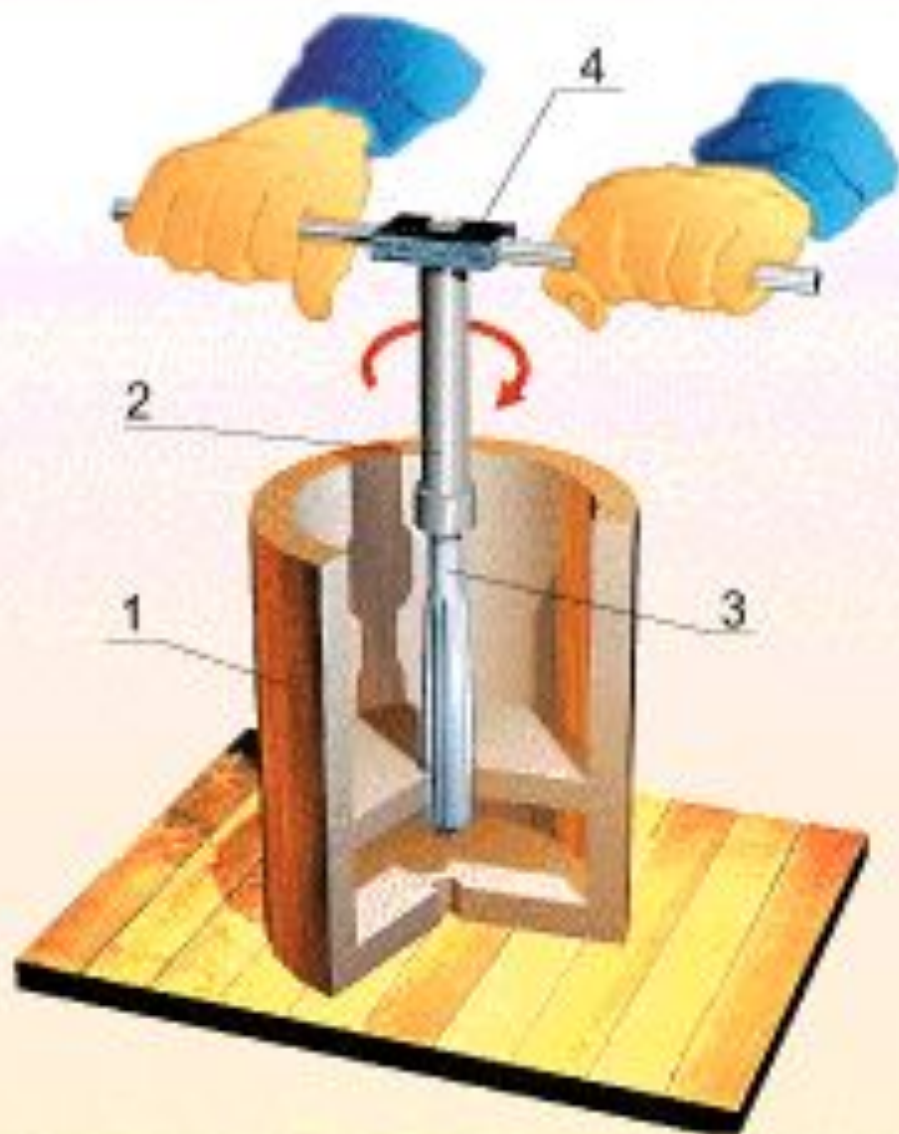
## Развертывание с применением удлинителей

Развертывание - это процесс чистовой обработки отверстий, обеспечивающей точность 7-8 классов и шероховатость 7-8 классов. Инструмент для развертывания - разверток.

Развертывание отверстий производят на сверлильных и токарных станках или вручную. Развертки, применяемые для ручного развертывания, называют ручными, а для станочного развертывания - машинными. Машинные развертки имеют более короткую рабочую часть.

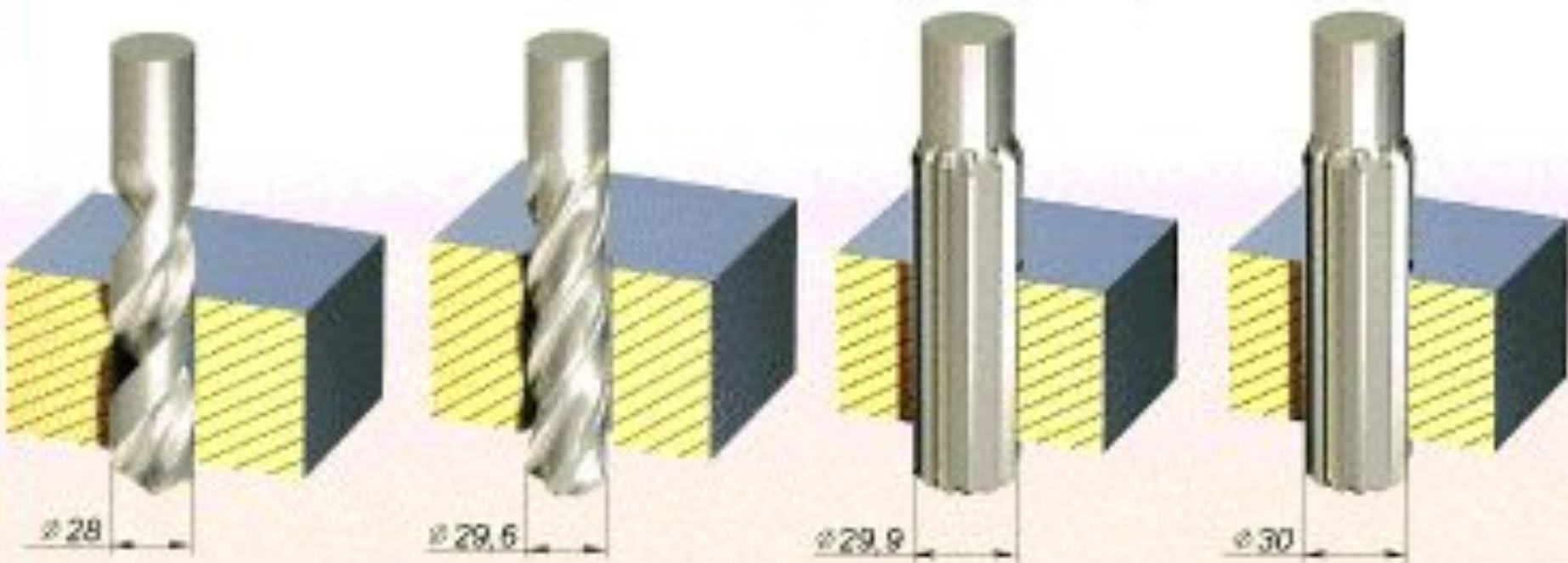
Развертки состоят из комплексов из двух или трех штук. В комплекте из двух штук одна развертка предварительная, а вторая чистовая. В комплекте из трех штук первая развертка - черновая или обдирочная, вторая полуматовая и третья чистовая, придающая отверстию окончательные размеры и требуемую шероховатость.

Для развертывания отверстий в труднодоступных местах детали 1 применяют специальные удлинители 2, надвигая один на квадрат хвостовика развертки 3, а на квадрат хвостовика удлинителя устанавливается вороток 4.



## Развертывание отверстий. Последовательность обработки отверстий

Диаметр обрабатываемого отверстия 30 мм



Последовательность обработки отверстия диаметром 30 мм в стальной детали по 6-7-му качеству

Наименование операции	Величина припуска
1. Сверление	2 мм
2. Зенкерование	0,4 мм
3. Черновое развертывание	0,1 мм
4. Чистовое развертывание	0 мм

# Продолжение 2 вопроса

## Приспособления для установки инструментов

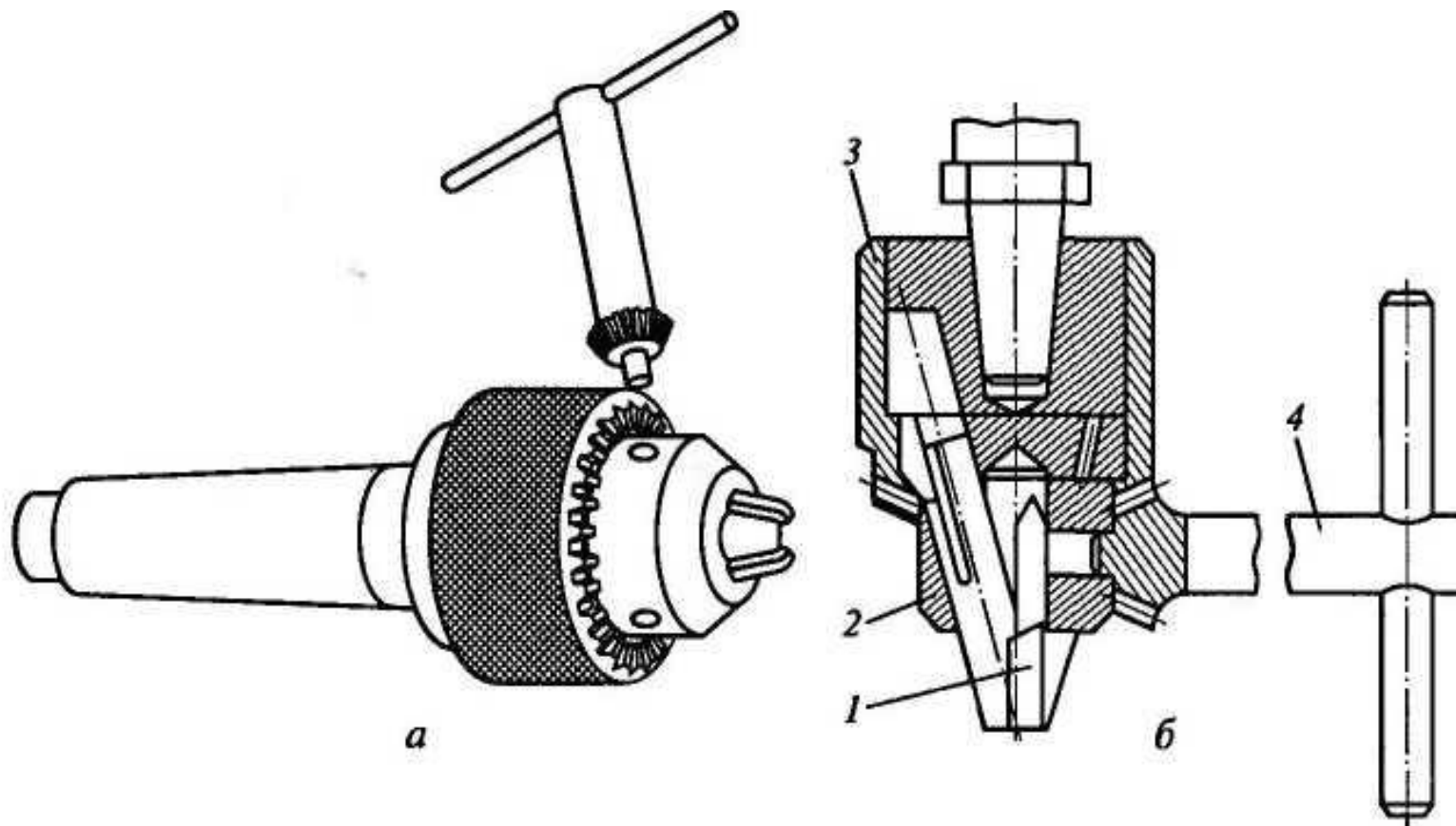
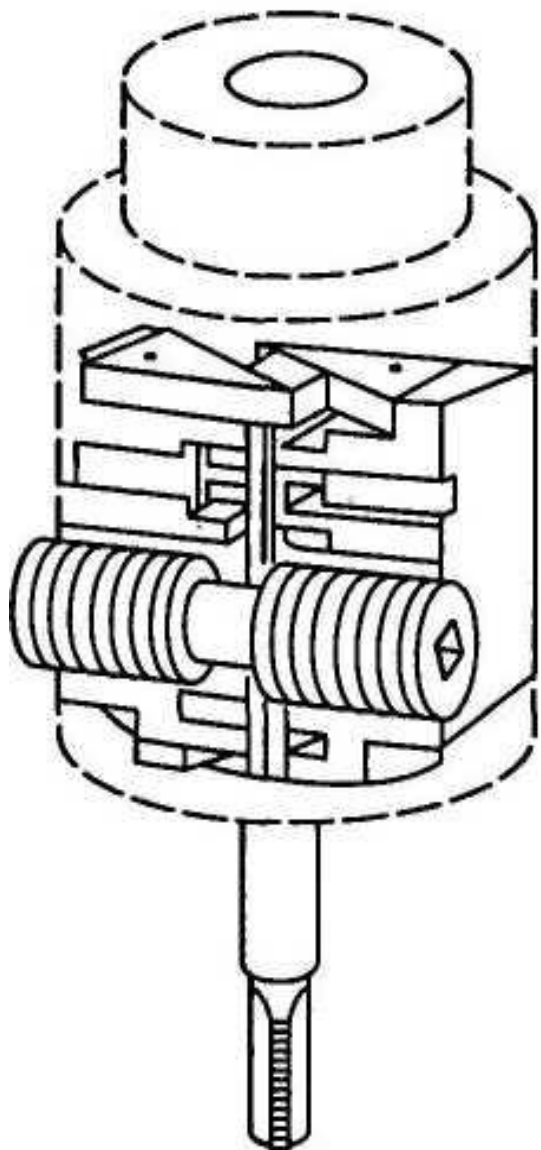


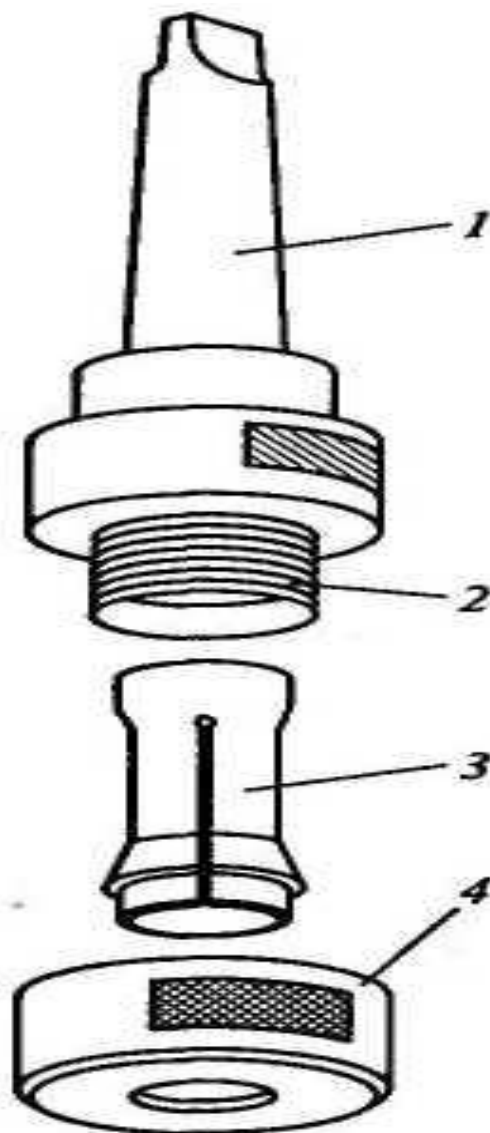
Рис. 2.18. Трехкулачковый сверлильный патрон:  
а - общий вид; б - конструкция: 1 - кулачки; 2 - гайка; 3 - обойма;  
4 - ключ



# Продолжение 2 вопроса

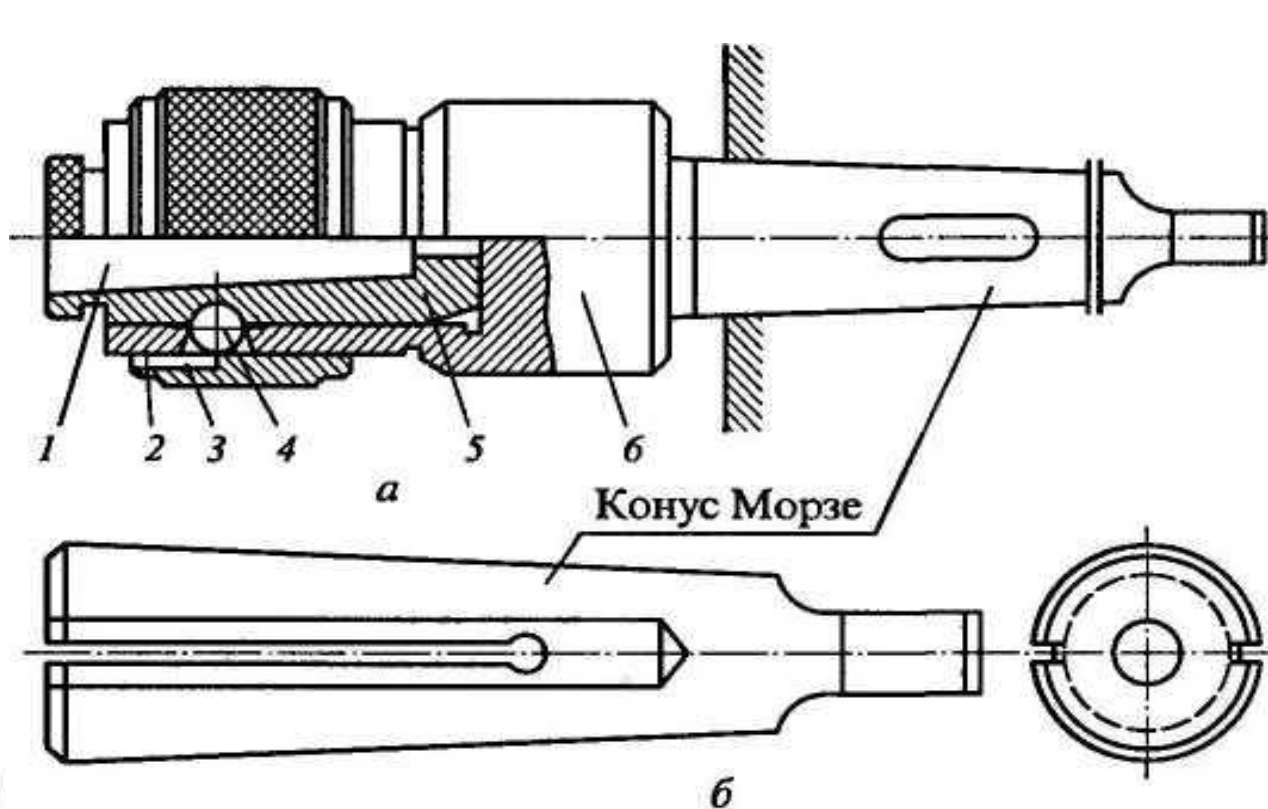
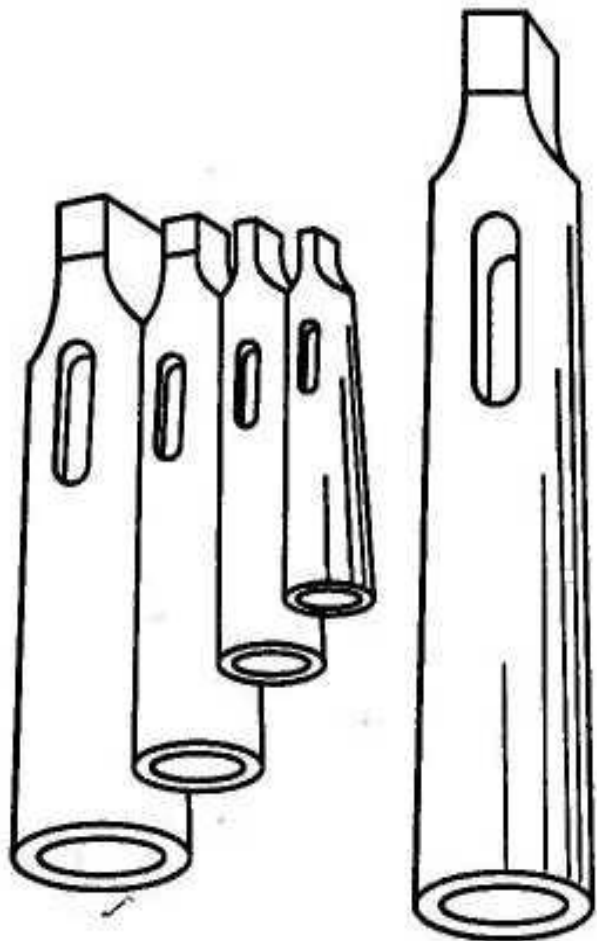


**Рис. 2.18. Двухкулачковый сверлильный патрон**



**Рис. 2.19. Цанговый сверлильный патрон: 1- хвостовик; 2 - цилиндрическая часть; 3 - разрезная втулка; 4 – кольцо**

# Продолжение 2 вопроса

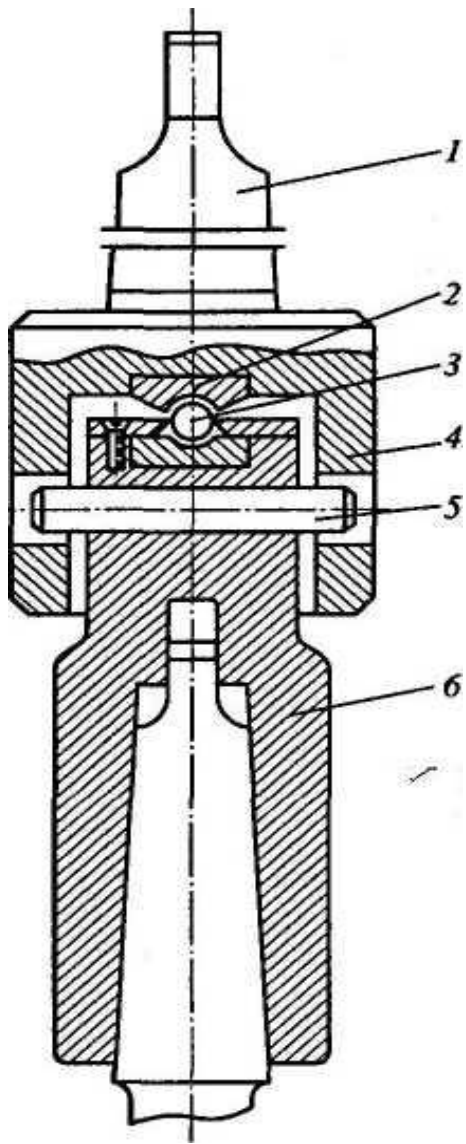


**Рис. 2.21. Быстросменный сверлильный патрон:**

**а - конструкция патрона: 1 - коническое отверстие; 2 - выточка кольца; 3 - кольцо; 4 - шарики; 5 - сменная втулка; 6 - корпус; б - сменная втулка**

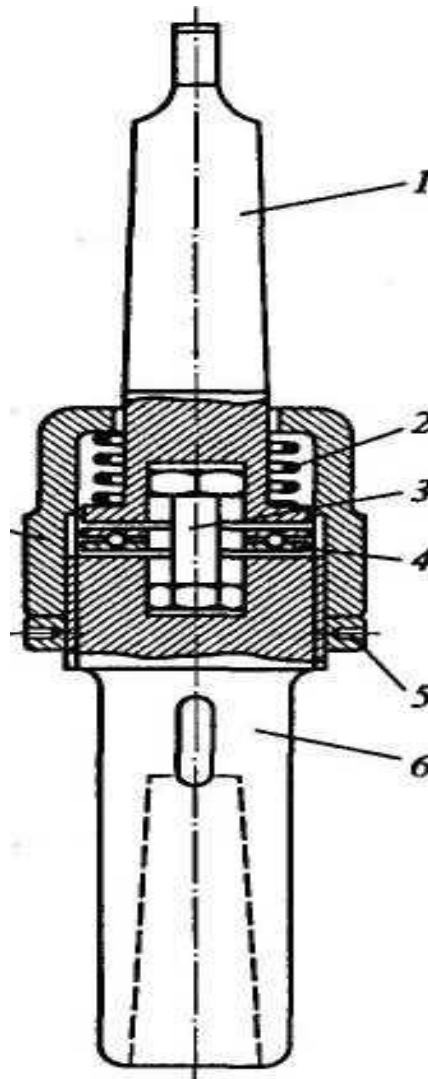
**Рис. 2.20. Переходные конические втулки**

# Продолжение 2 вопроса



**Рис. 2.22.**  
Самоустанавливающийся сверлильный патрон:

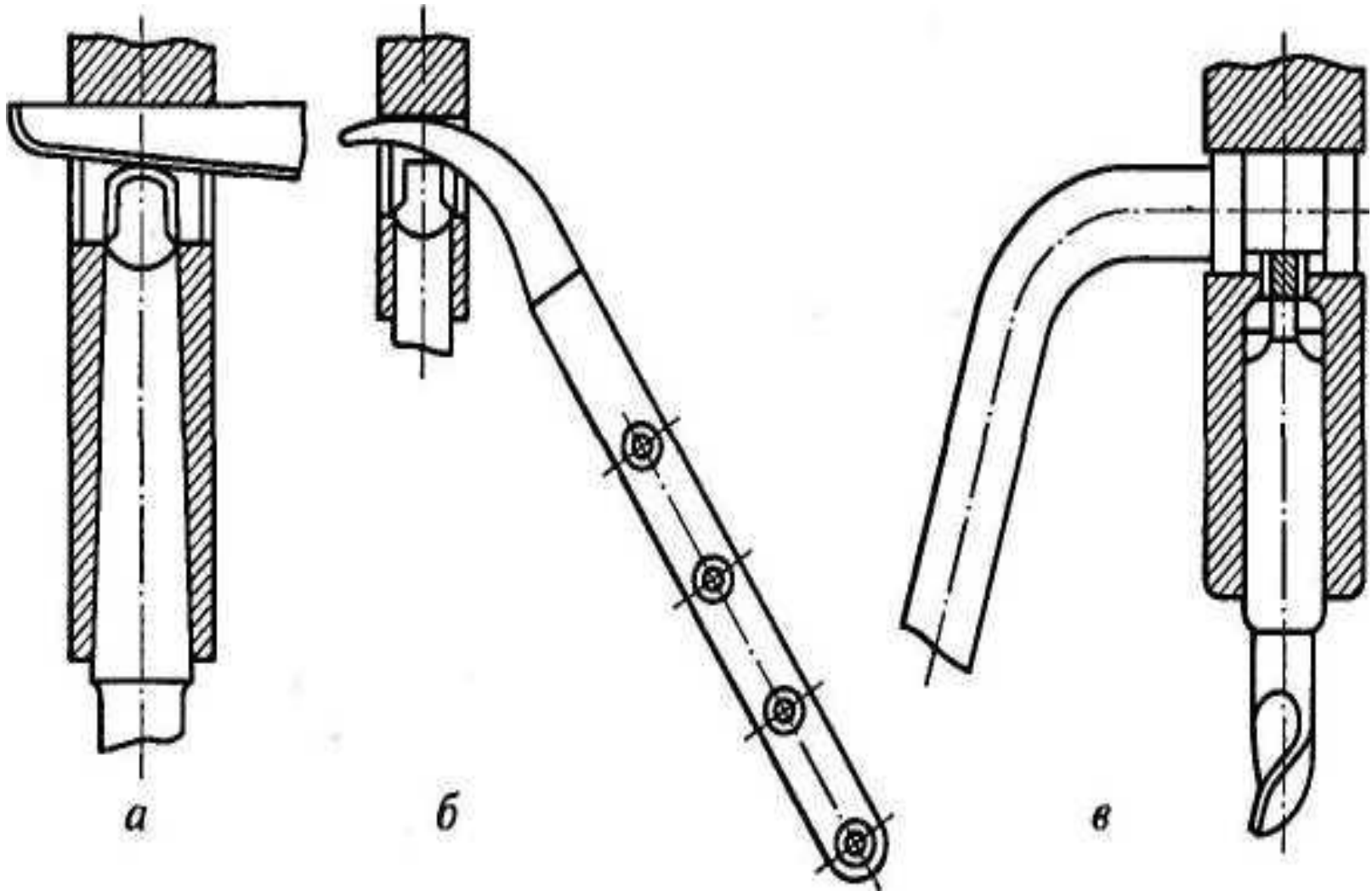
- 1 - корпус;
- 2 - пружина;
- 3 - поводок;
- 4 - подшипник;
- 5 - стопорное кольцо;
- 6 - оправка;
- 7-муфта



**Рис. 2.23.**  
Качающаяся оправка для разверток:

- 1 - хвостовик;
- 2 - подпятник;
- 3 - шарик;
- 4 - корпус;
- 5 - штифт;
- 6 - качающаяся часть

# Продолжение 2 вопроса



**Рис. 2.24. Клинья для удаления инструмента:**  
**а - плоский; б - радиусный; в - эксцентриковый ключ**



# Продолжение 2 вопроса

## Приспособления для установки и крепления заготовок

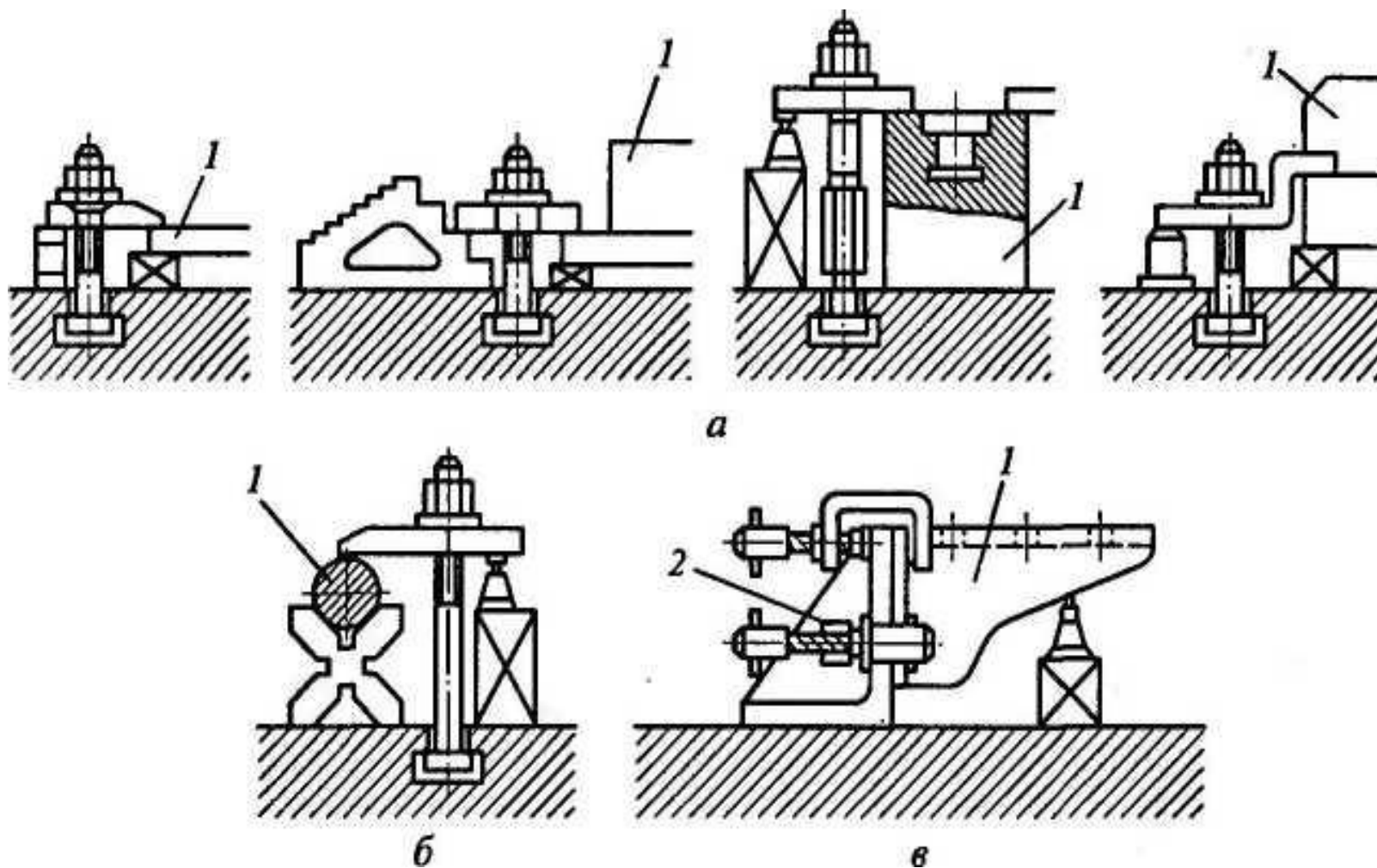


Рис. 2.25. Прихваты (а), призмы (б) и угольники (в):  
1 - заготовка; 2 - винт



## Продолжение 2 вопроса

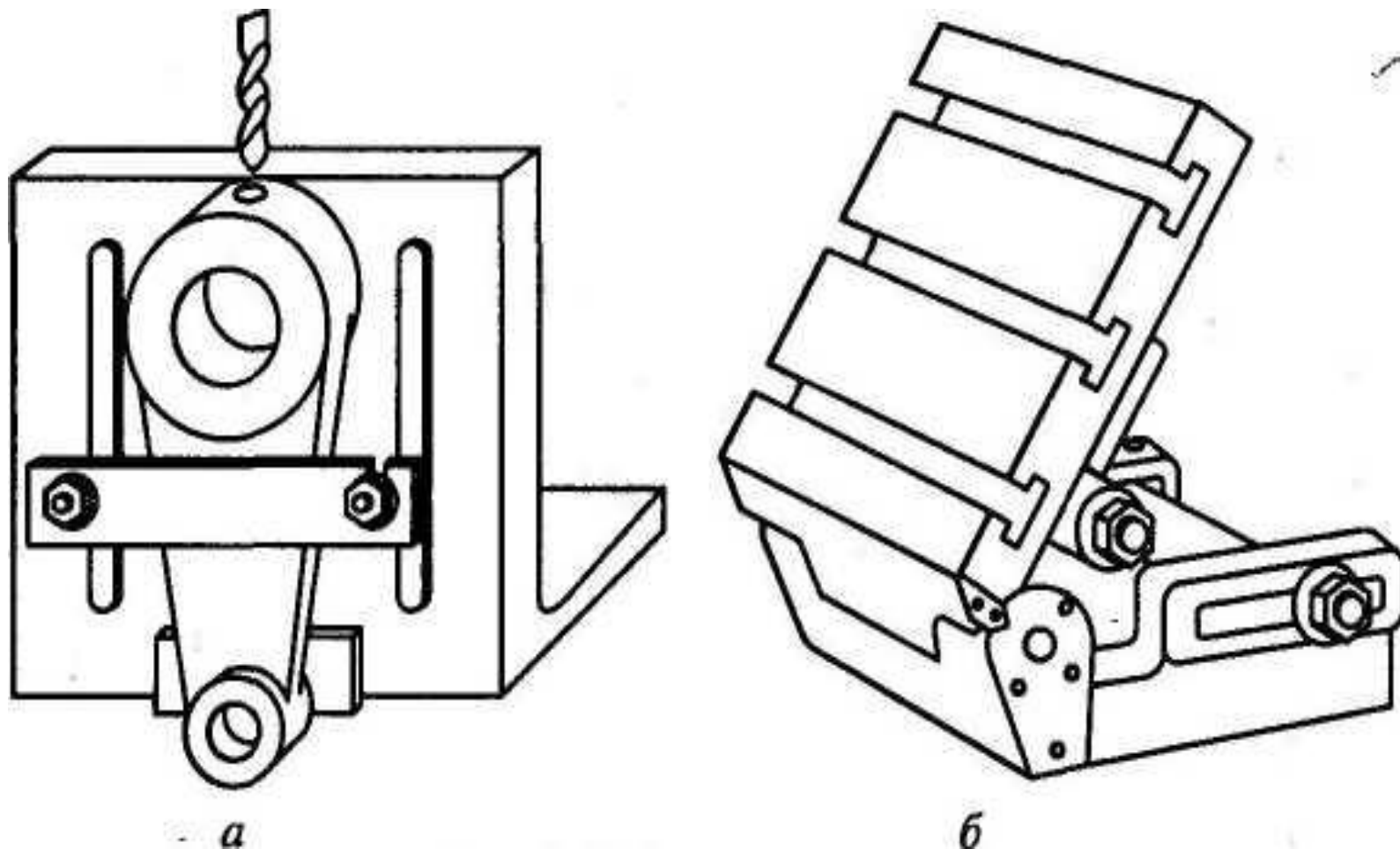
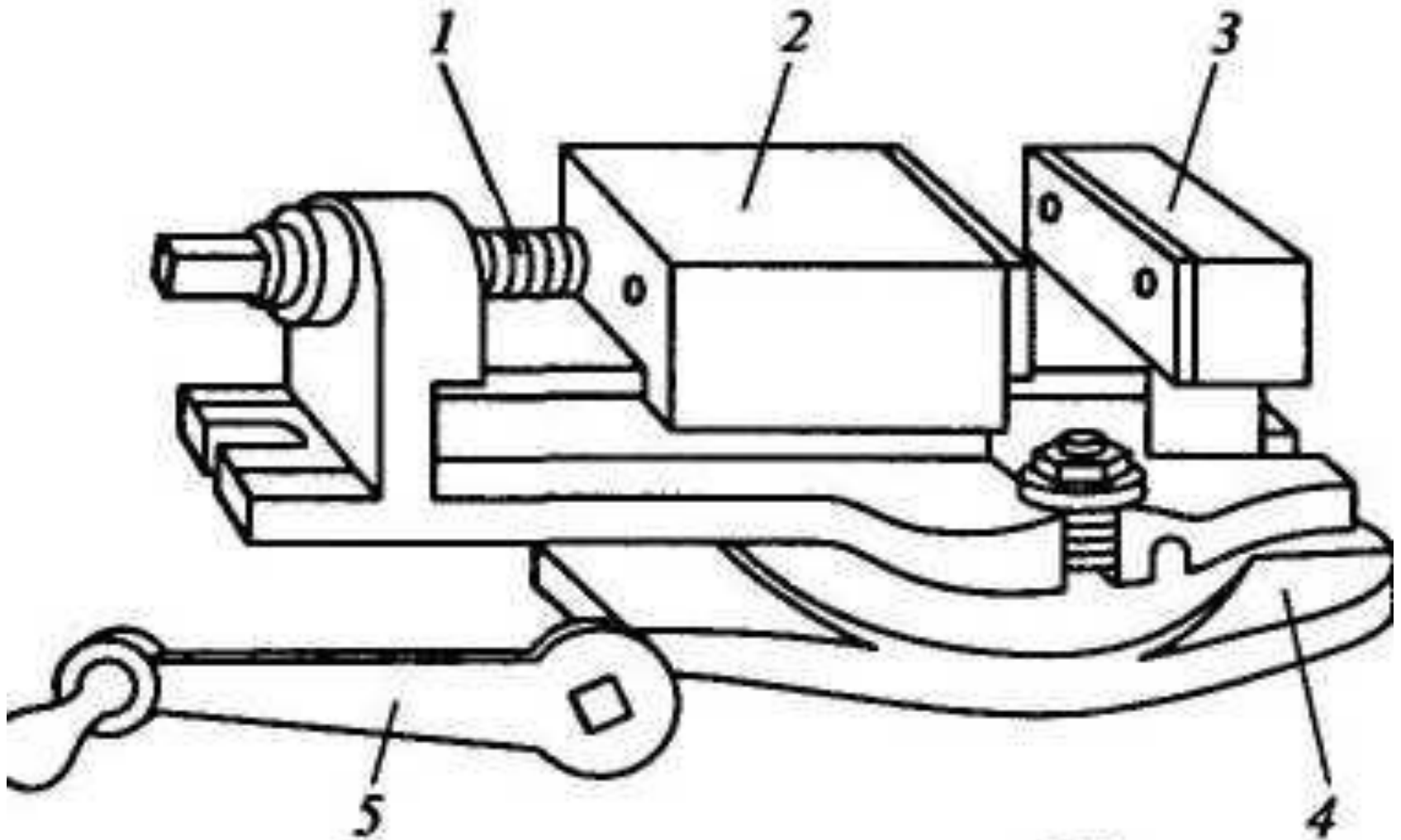


Рис. 2.26. Угольники: а - жесткий; б - регулируемый

# Продолжение 2 вопроса

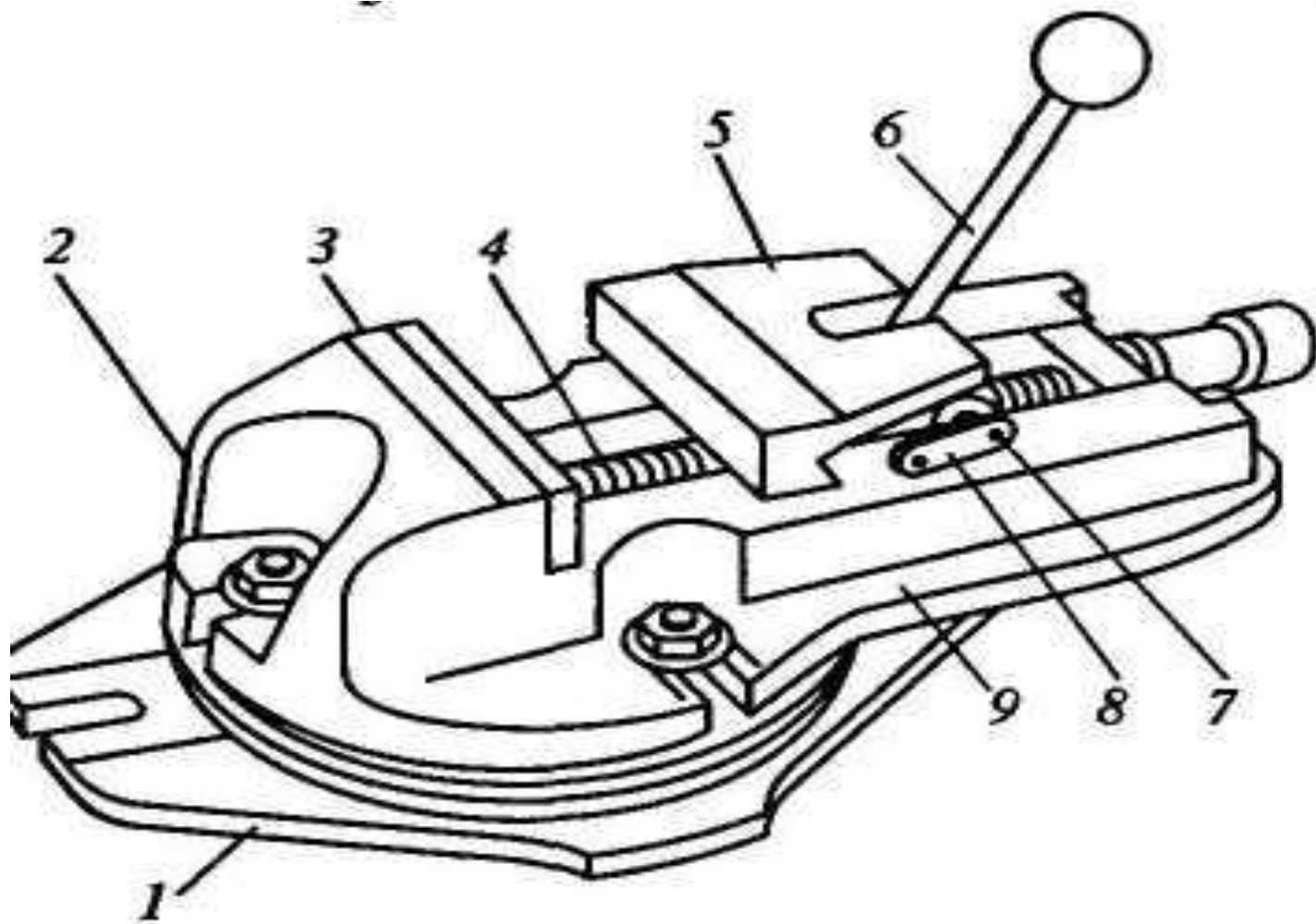
## Машинные тиски



**Рис. 2.27. Машинные винтовые тиски:**

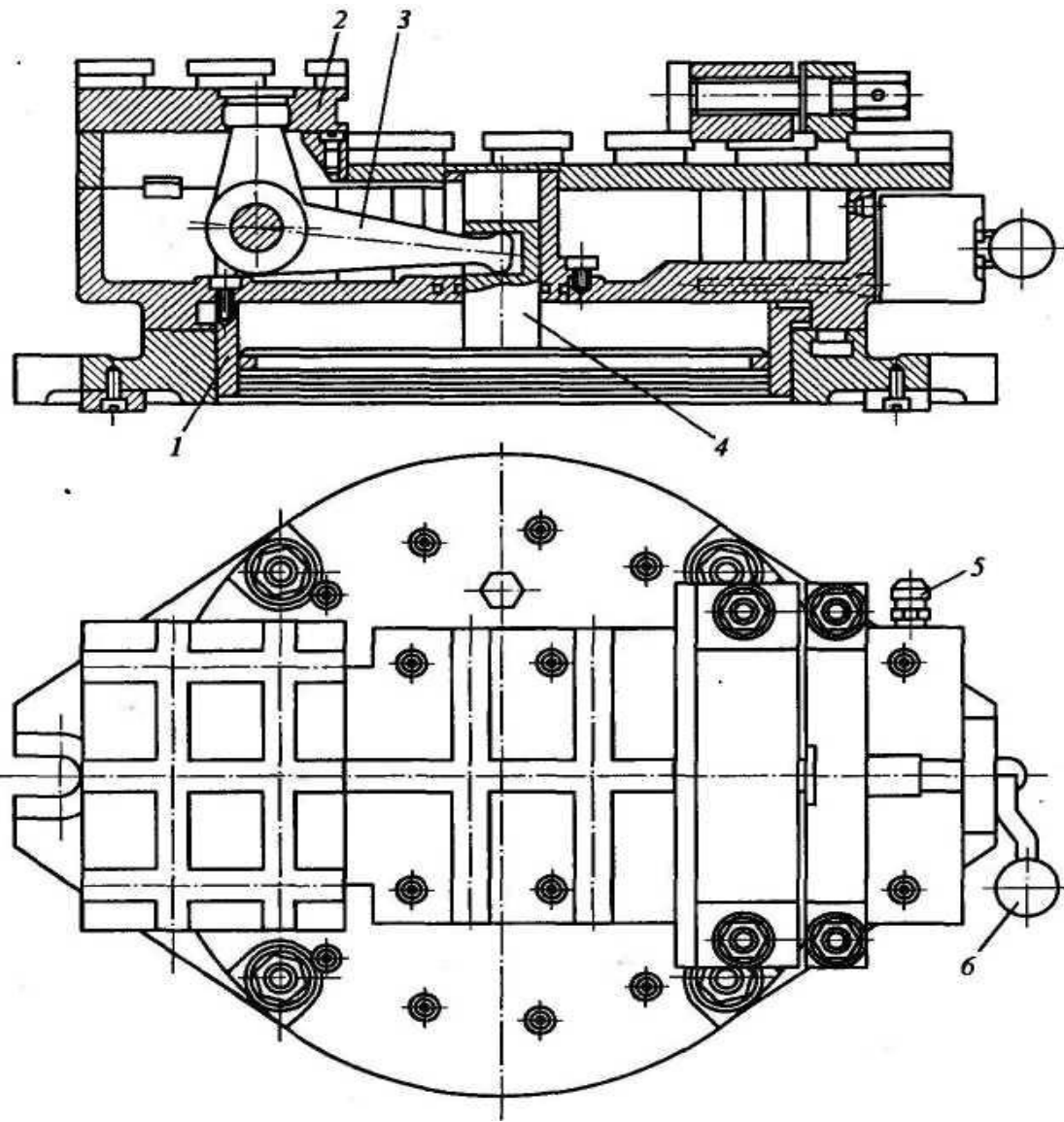
**1 — винт; 2 — подвижная губка; 3 — неподвижная губка;  
4 - основание; 5 — рукоятка**

## Продолжение 2 вопроса



**Рис. 2.28. Быстродействующие машинные тиски: 1 - корпус; 2 - поворотная часть; 3 - неподвижная губка; 4 — установочный винт; 5 - подвижная губка; 6 - рукоятка; 7 - эксцентриковый вал; 8 - двойной кулачок; 9 - основание**

# Продолжение 2 вопроса



**Рис. 2.29.**  
**Пневматические**  
**машинные тиски:**  
**1 - пневматический**  
**цилиндр; 2 - подвижная**  
**губка; 3 - разноплечий**  
**рычаг; 4 - шток поршня; 5 -**  
**обратный клапан; 6 -**  
**рукоятка**

# Продолжение 2 вопроса

## Кондукторы для закрепления заготовок

Для закрепления заготовок и обеспечения правильного расположения инструмента относительно оси обрабатываемого отверстия используются специальные приспособления - кондукторы.

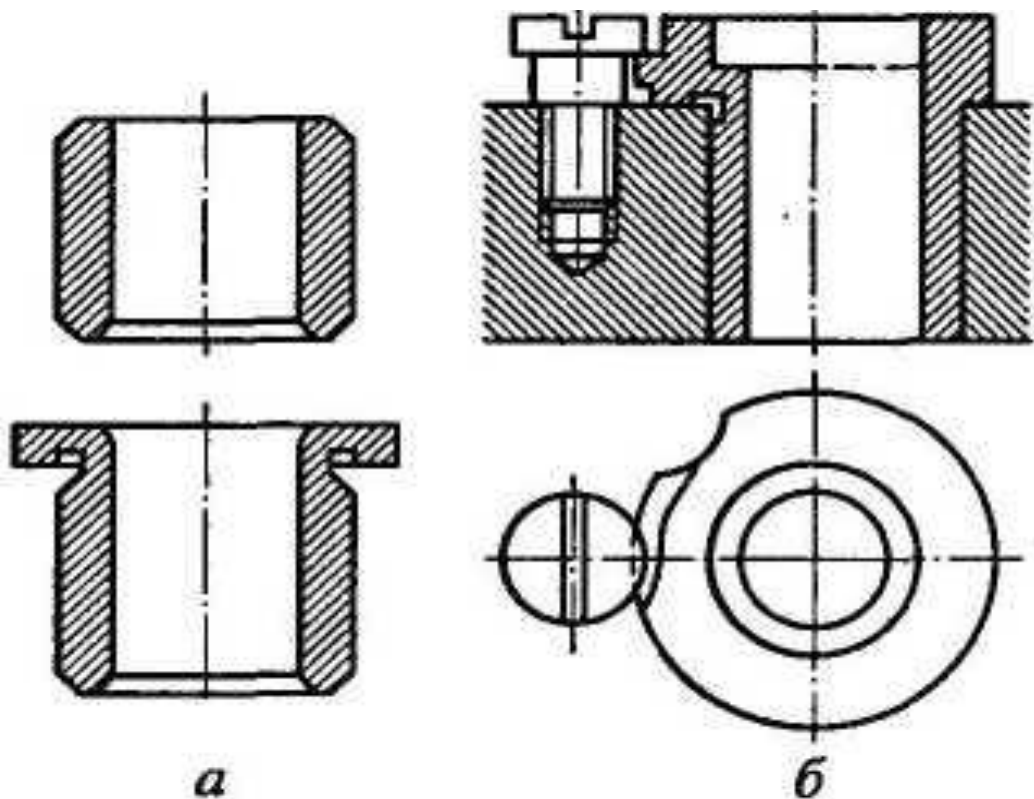
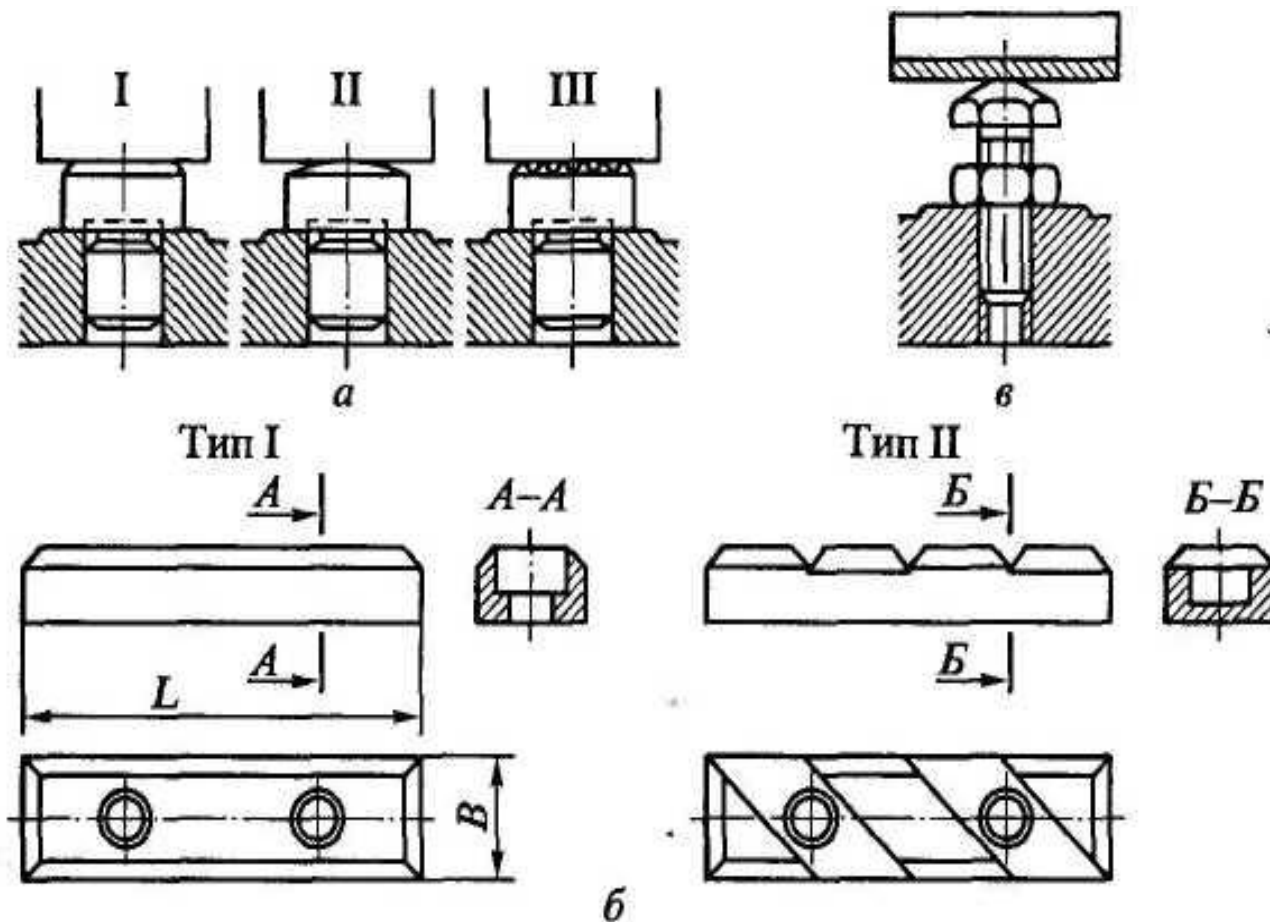


Рис. 2.30.  
Кондукторные втулки:  
а - постоянные;  
б - быстросменные



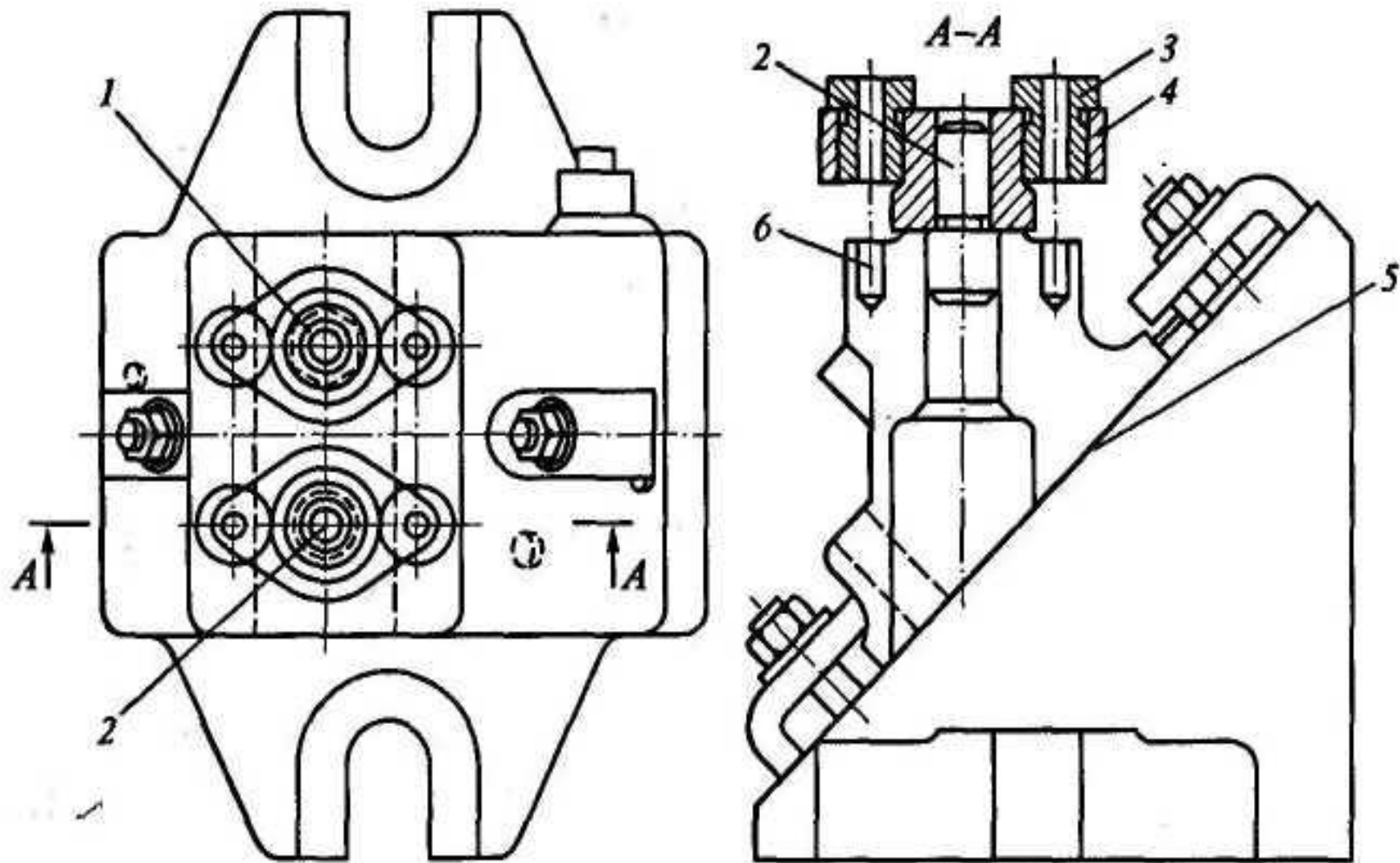
# Продолжение 2 вопроса



**Рис. 2.31. Установочные опоры:**

**а - штыри: I, II и III - соответственно плоская, сферическая и насеченная головки; б - пластины: I и II - соответственно плоская и насеченная;  $L$  и  $B$  — соответственно длина и ширина пластины; в - регулируемая винтовая опора**

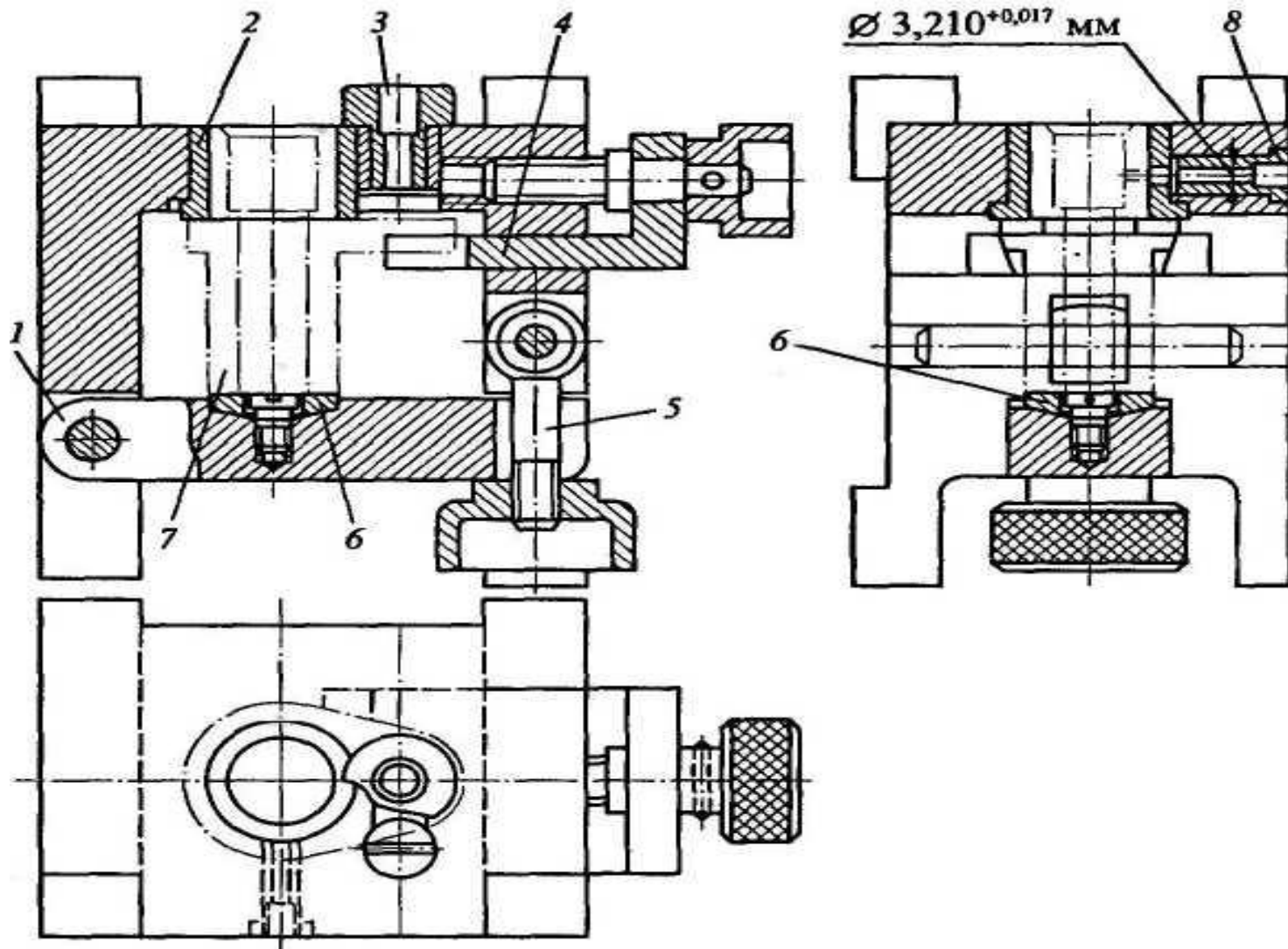
# Продолжение 2 вопроса



**Рис. 2.32. Накладной кондуктор:**

**1,2- фиксирующие пальцы; 3 - кондукторные втулки; 4 - кондукторная плита; 5 - базовая поверхность обрабатываемой заготовки; 6 - обрабатываемые отверстия**

# Продолжение 2 вопроса

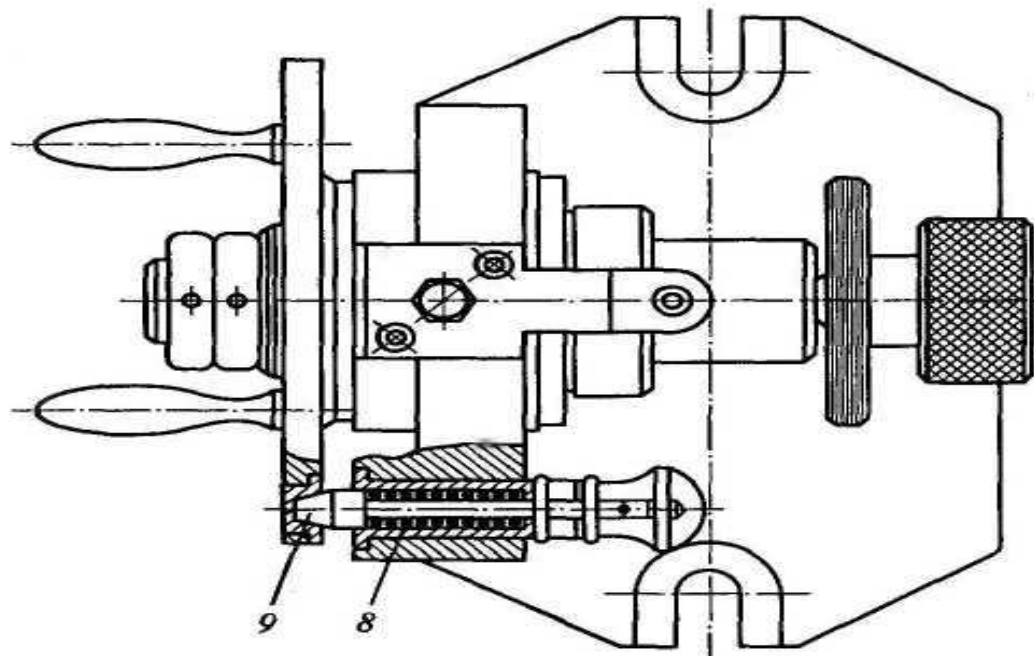
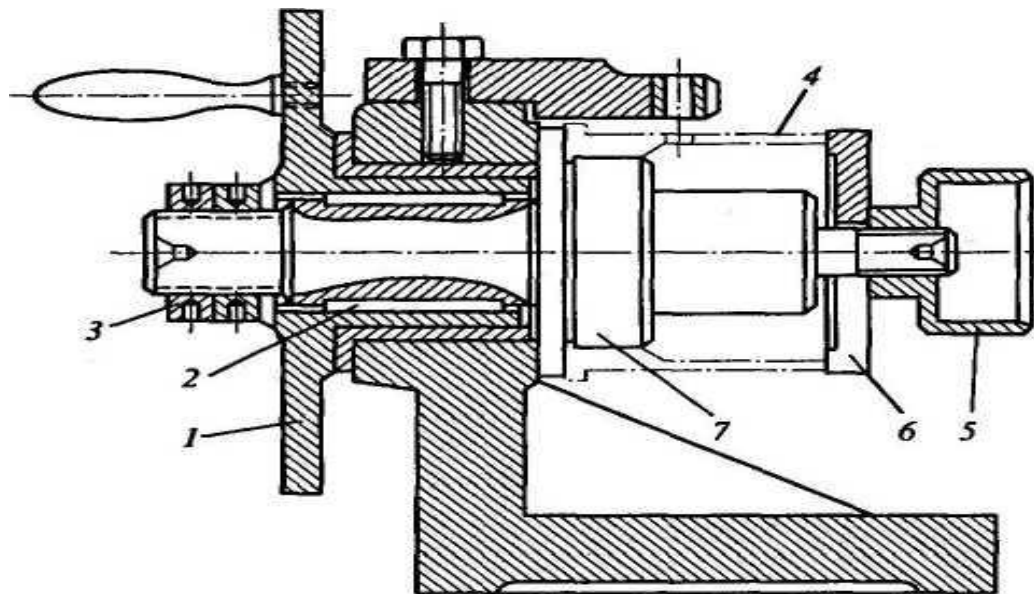


**Рис. 2.33. Опрокидываемый кондуктор:**

**1 - откидная планка; 2 - втулка; 3, 8 - кондукторные втулки; 4 - подвижная призма; 5 - болт; 6 - сухарь; 7 - заготовка**



# Продолжение 2 вопроса

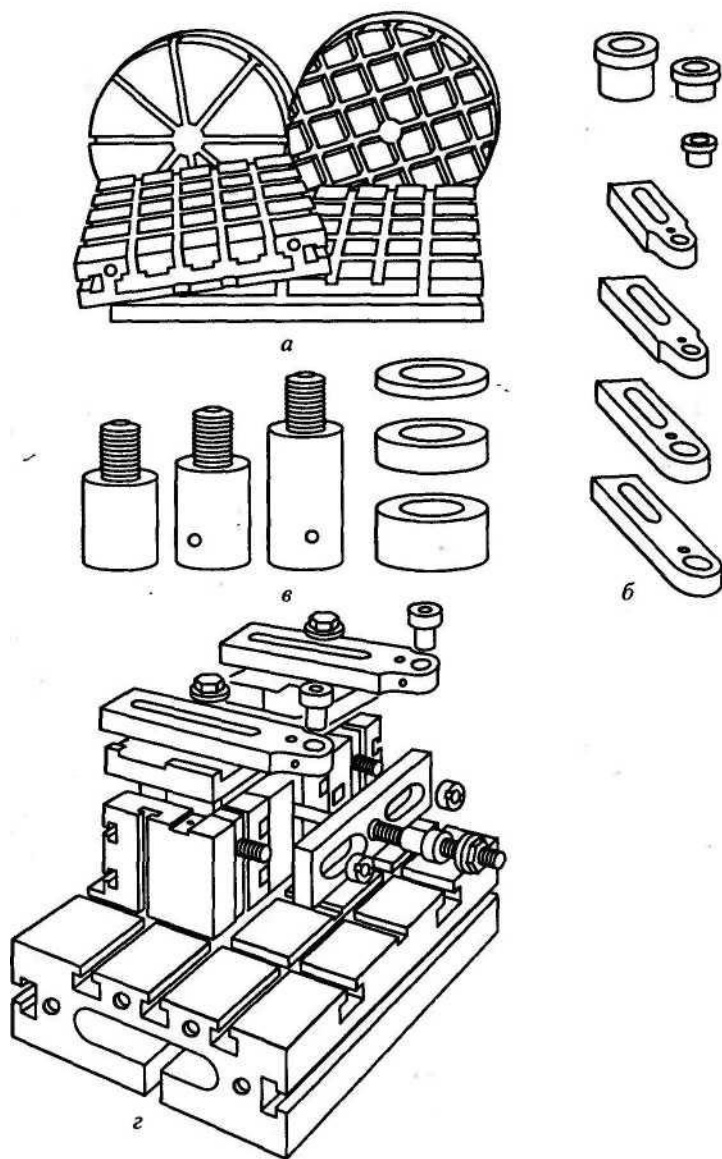


**Рис. 2.34. Поворотный кондуктор:**

**1 - делительный диск; 2 - шпонка; 3, 5 - гайки; 4 - заготовка; 6 - разрезная шайба; 7 - шпindel; 8 - пружина; 9 - фиксатор**

# Продолжение 2 вопроса

## Приспособления для ограничения глубины сверления



**Рис. 2.35. Комплект универсально-сборных приспособлений: а - базовые детали; б - направляющие элементы; в - установочные элементы; г - приспособление в сборе**

# 3. Оборудование для обработки отверстий

## *Ручное оборудование*

Различают следующие типы оборудования для обработки отверстий: ручное; ручное механизированное; стационарное.

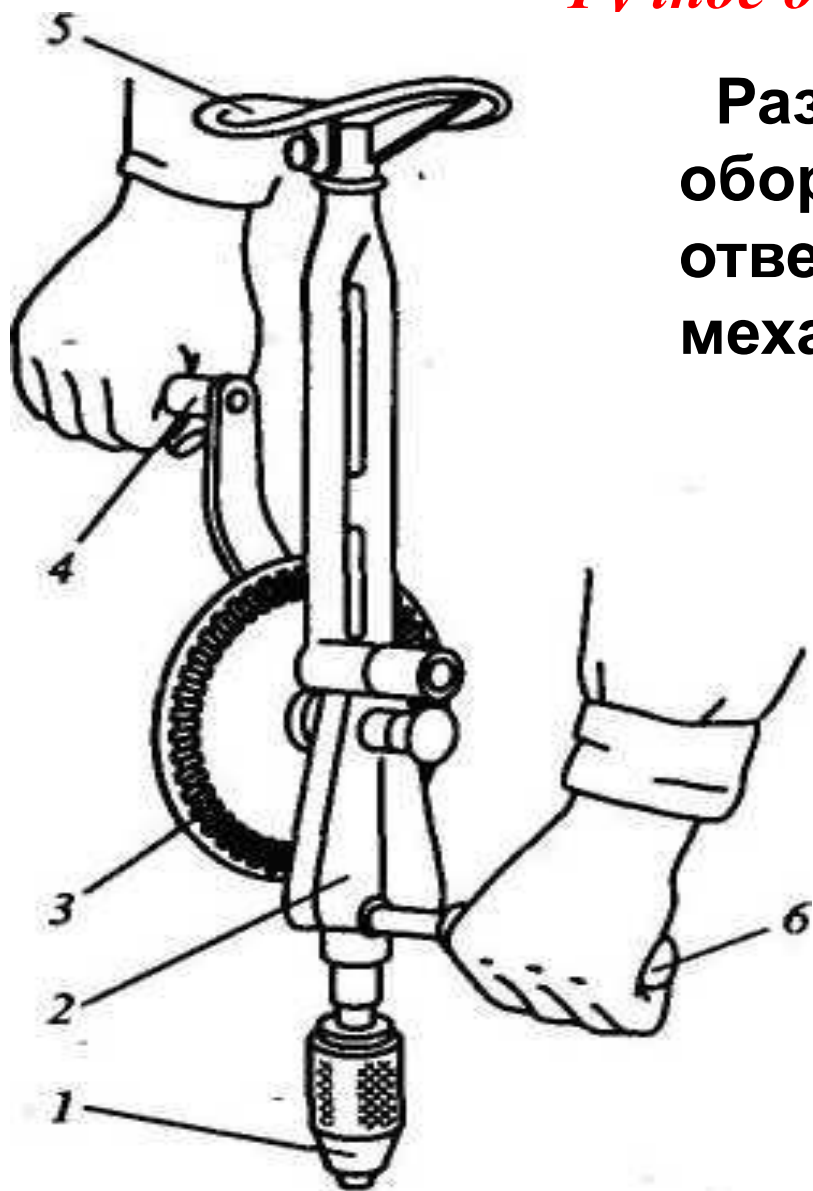


Рис. 3.1. Ручная дрель:  
1 - патрон; 2,3 - зубчатая передача;  
4 - подвижная рукоятка; 5 - упор-  
нагрудник; 6 - неподвижная  
рукоятка

## Сверление. Сверление ручной дрелью

Сверление на высокой подставке отверстий диаметром 2 - 4 мм, как правило, выполняют на верстаке и в отличие от сверления на низкой подставке нажимают на деталь не грудью, а левой рукой, которой берут за нагрудник, а правой рукой - за рукоятку вращения. Слегка нажимают на нагрудник и выполняют пробное засверливание. Если отверстие размещено правильно, усиливают нажим левой рукой на нагрудник и продолжают сверлить до конца. При этом не допускают покачивания инструмента, чтобы не поломать сверла.



Сверление на высокой подставке



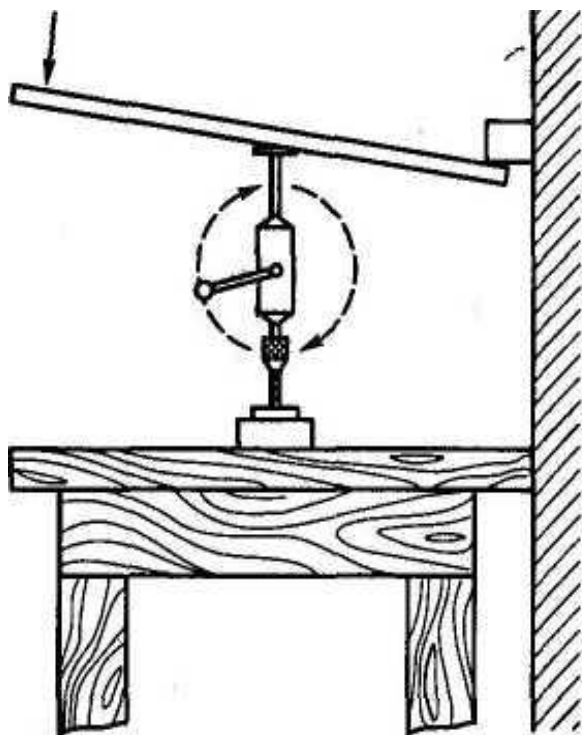
# Продолжение 3 вопроса

## *Основные правила сверления ручной дрелью*

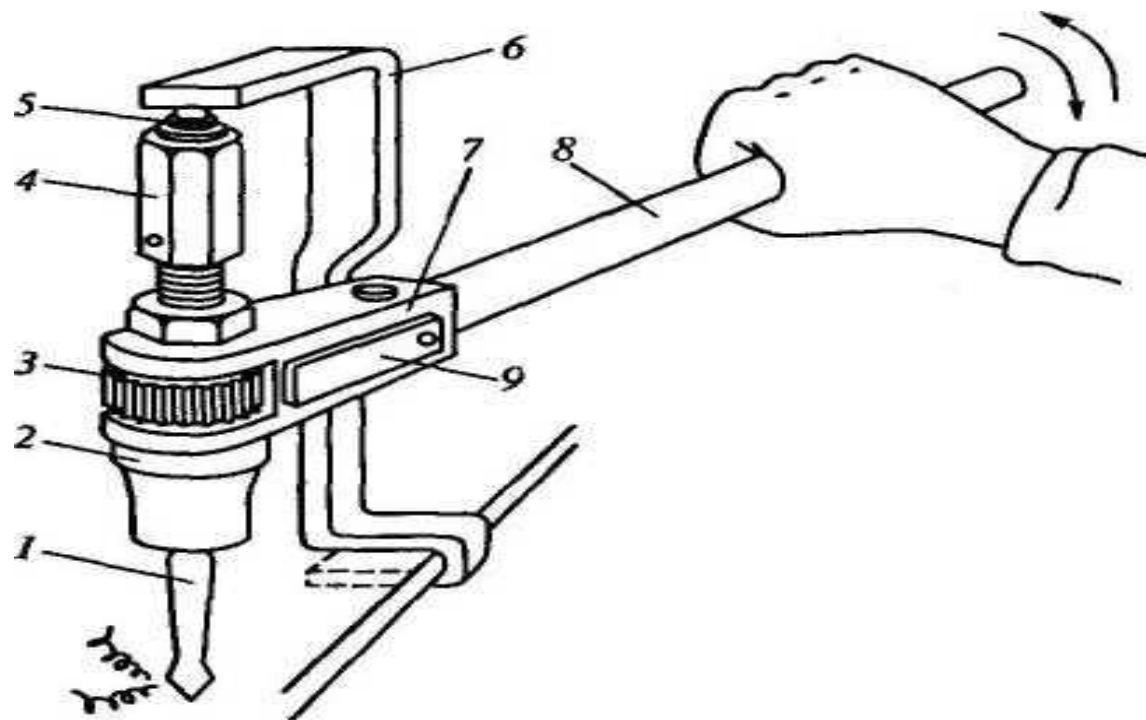
- 1. Необходимо прочно закреплять заготовку в тисках, а сверло - в патроне дрели.**
- 2. Необходимо прочно закреплять рукоятку на валу дрели.**
- 3. Переставляя рукоятку на разные валы редуктора дрели, следует рационально регулировать частоту вращения сверла в зависимости от его диаметра.**
- 4. При сверлении не следует допускать перекоса сверла, кроме того, необходимо следить за перпендикулярностью сверла плоскости сверления.**
- 5. При сверлении рукоятку дрели следует вращать равномерно, плавно, без рывков. Нажатие на упор дрели следует производить равномерно и постоянно в течение всего процесса сверления.**
- 6. В конце сверления при выходе сверла из материала нужно ослабить нажатие на упор дрели и снизить частоту вращения сверла.**

## Продолжение 3 вопроса

Для облегчения процесса сверления и повышения его производительности используется рычаг для нажатия на упор дрели (рис. 3.2).



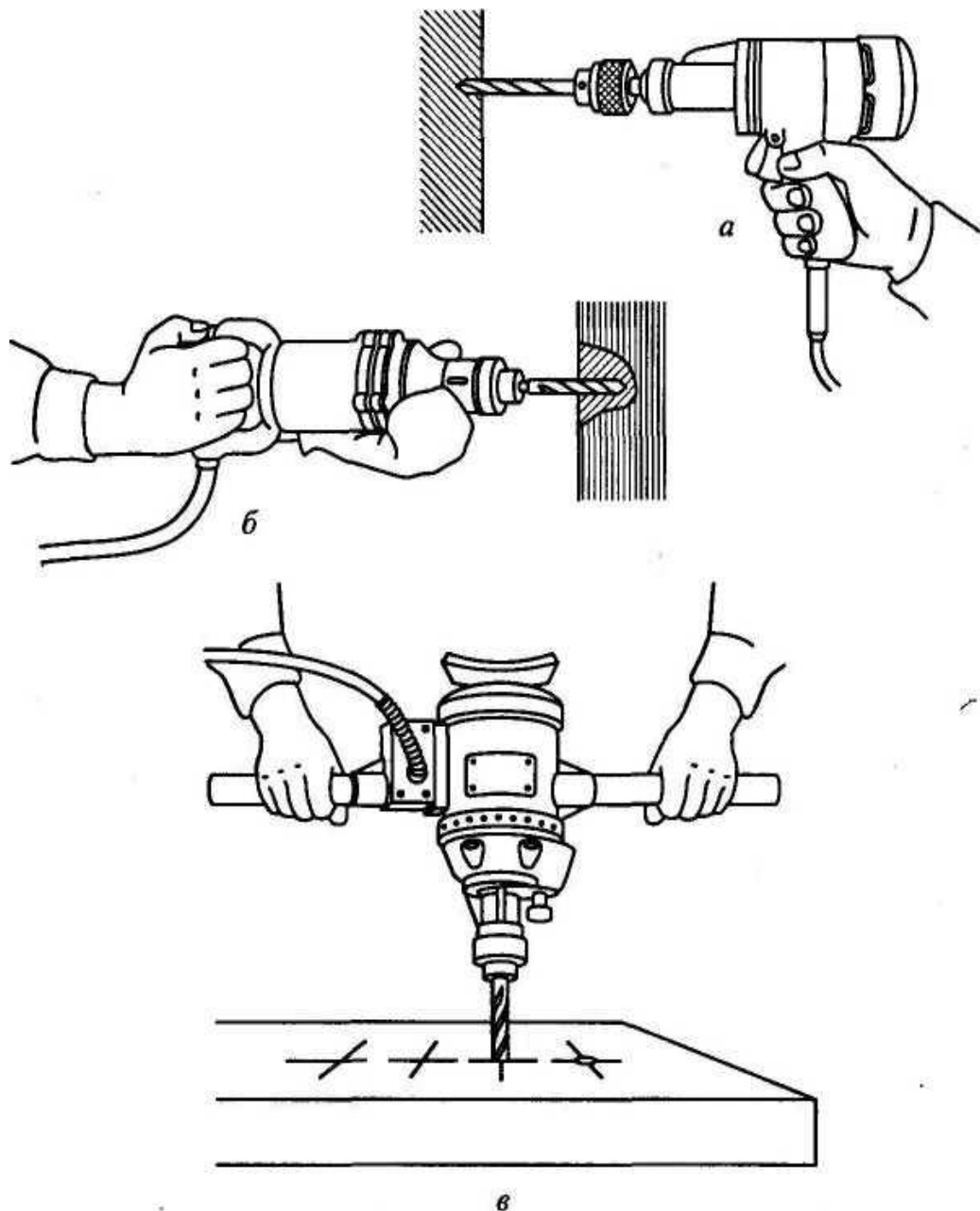
**Рис. 3.2.**  
**Применение**  
**рычага**



**Рис. 3.3. Трещотка:**  
**1 - сверло; 2 - зажимной патрон; 3 - трещотка**  
**(храповое колесо); 4 - гайка; 5 - центр; 6 -**  
**струбцина; 7 - скоба; 8 - рукоятка; 9 -**  
**собачка**

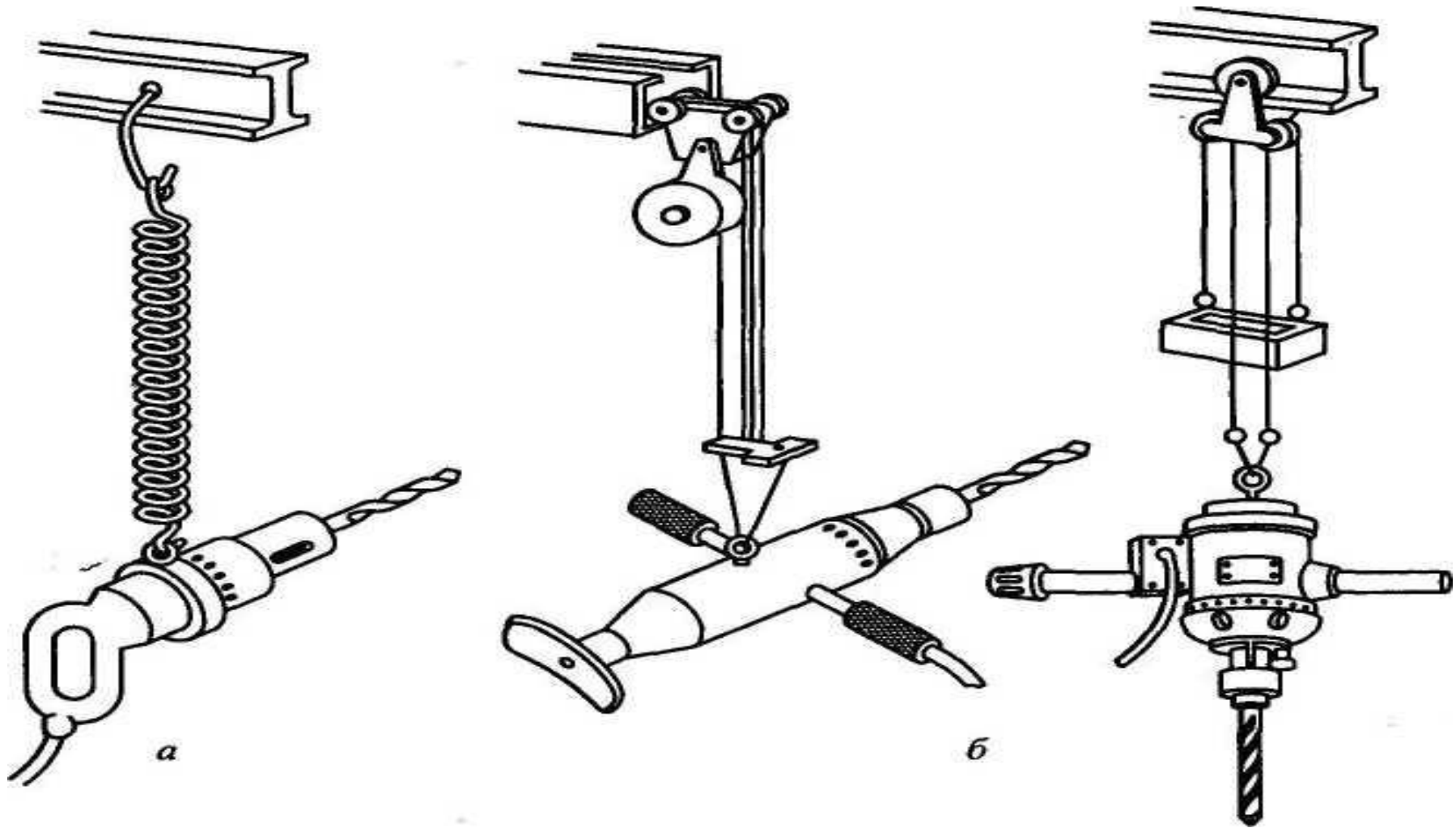


# Продолжение 3 вопроса



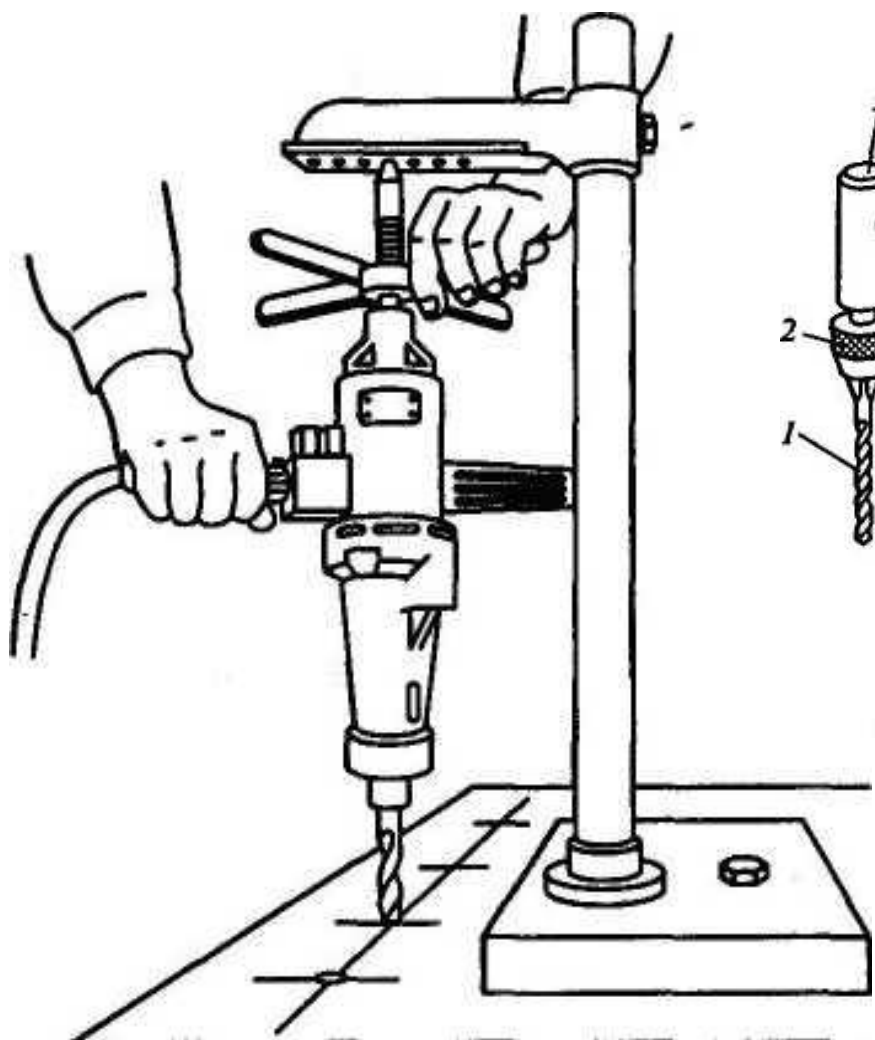
**Рис. 3.4. Электрические дрели: а - легкого типа; б - среднего типа; в - тяжелого типа**

# Продолжение 3 вопроса

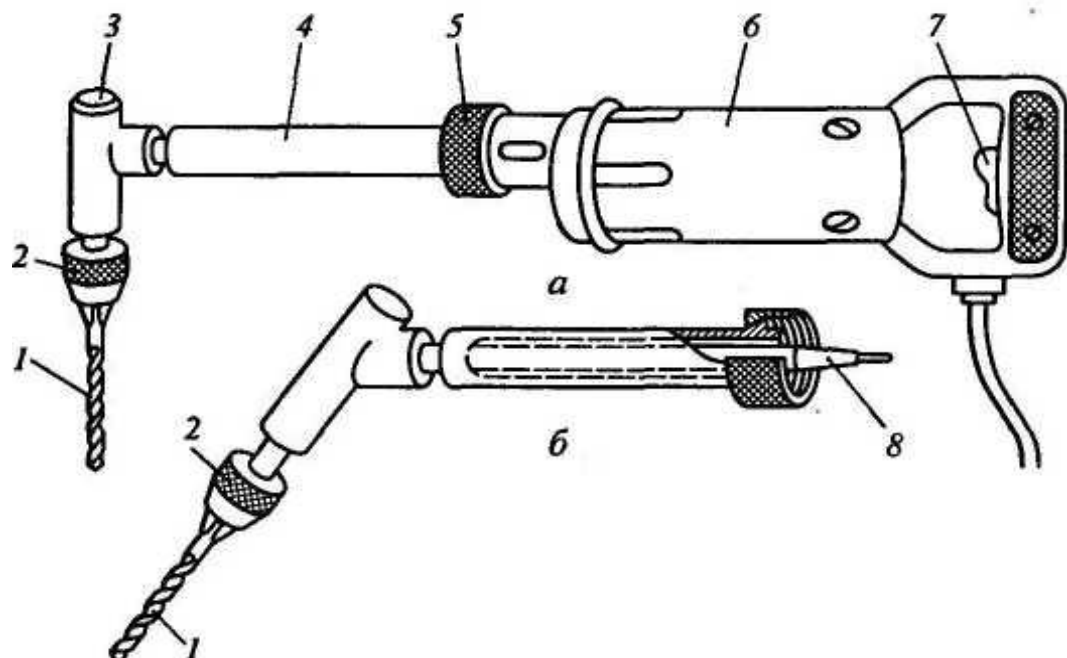


**Рис. 3.5. Приспособления для удерживания электрических дрелей тяжелого типа: а - на пружине; б - на тросах**

# Продолжение 3 вопроса



**Рис. 3.6. Винтовое устройство с упором**



**Рис. 3.7. Электрическая сверлильная машина с угловой насадкой:**  
**а** - машина с головкой 90°;  
**б** - машина с головкой 45°;  
**1** - сверло; **2** - трехкулачковый патрон; **3** - головка; **4** - гайка крепления; **5** - трубка; **б** - корпус; **7** - кнопка выключения; **8** - валик

# Продолжение 3 вопроса

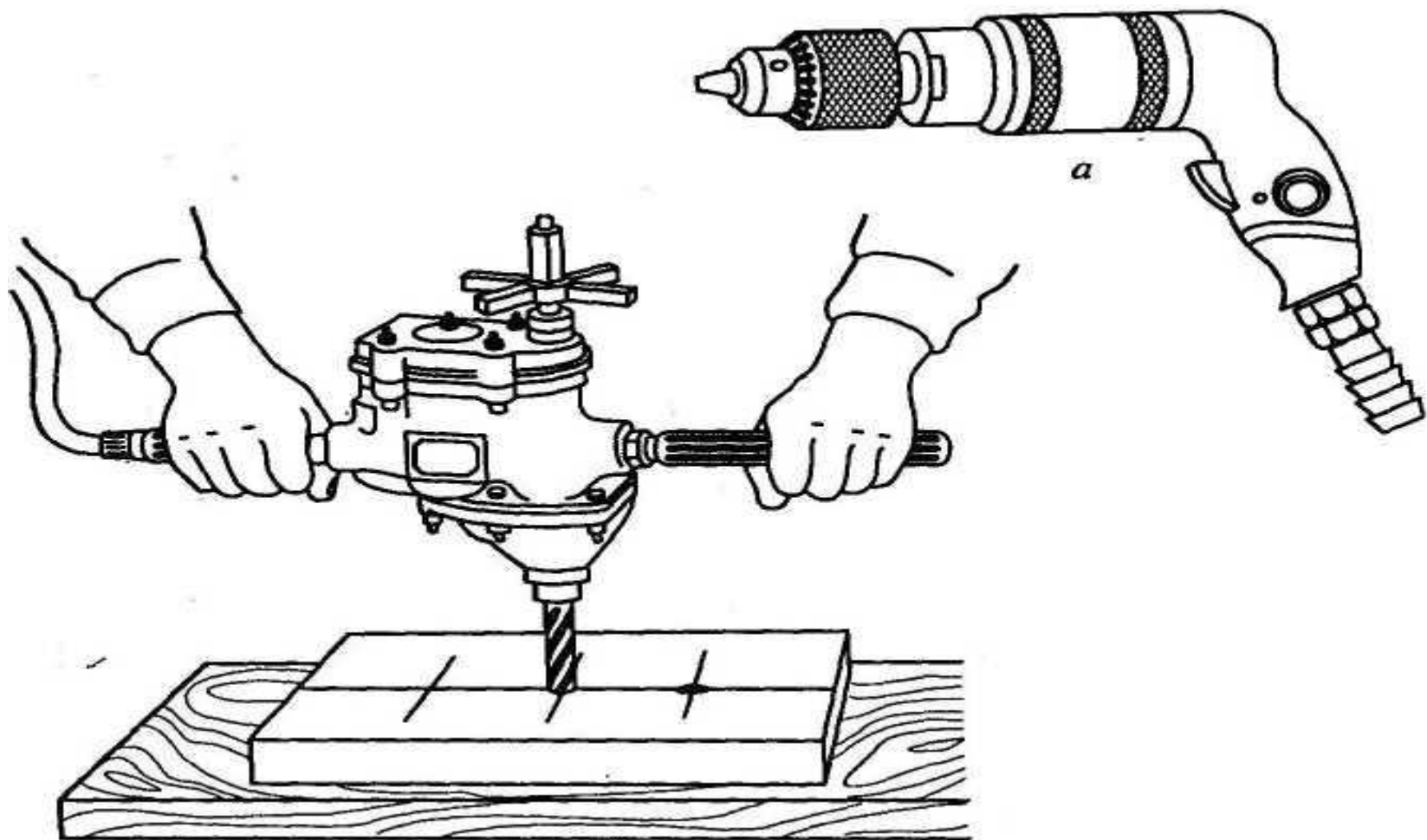


Рис. 3.8. Пневматические дрели: а - легкого типа; б - тяжелого типа

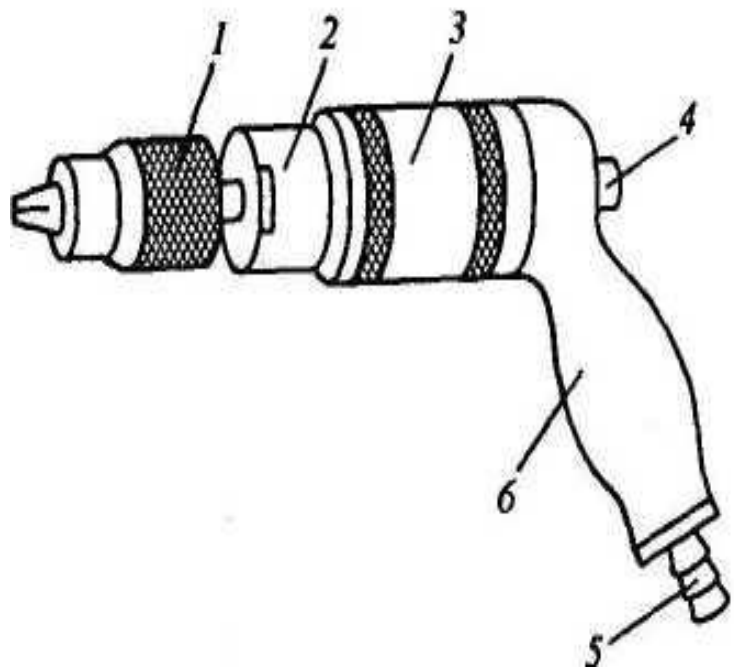
## **Продолжение 3 вопроса**

### *Основные правила сверления ручной электрической дрелью*

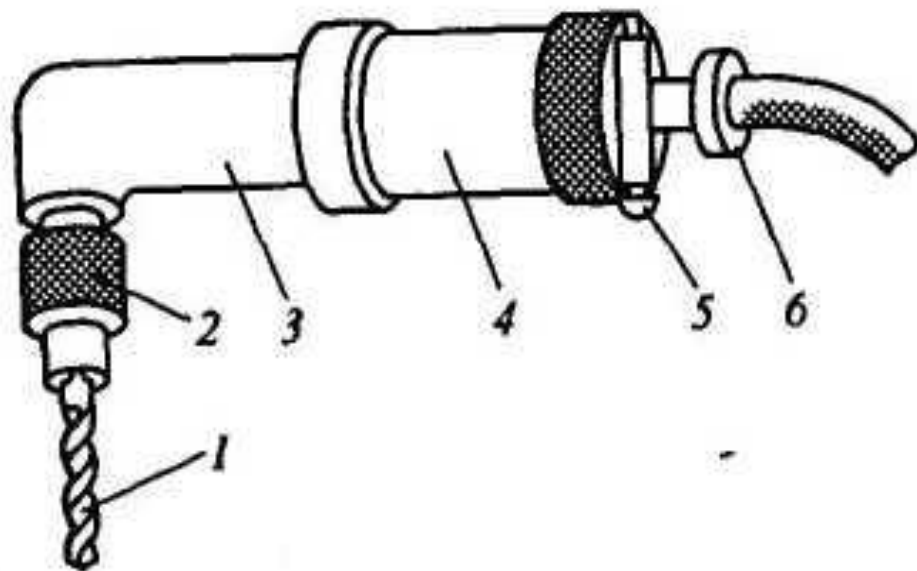
- 1. До начала работы необходимо проверить исправность электрического провода и вилки.**
- 2. Перед началом сверления необходимо проверить работу дрели на холостом ходу, а также убедиться в отсутствии биения сверла. При необходимости сверло следует либо заменить, либо закрепить заново.**
- 3. При сверлении отверстий в заготовках из высокопрочных сталей следует пользоваться смазывающе-охлаждающей жидкостью.**
- 4. Останавливать вращение электрической дрели следует только после выведения сверла из отверстия.**



## Продолжение 3 вопроса

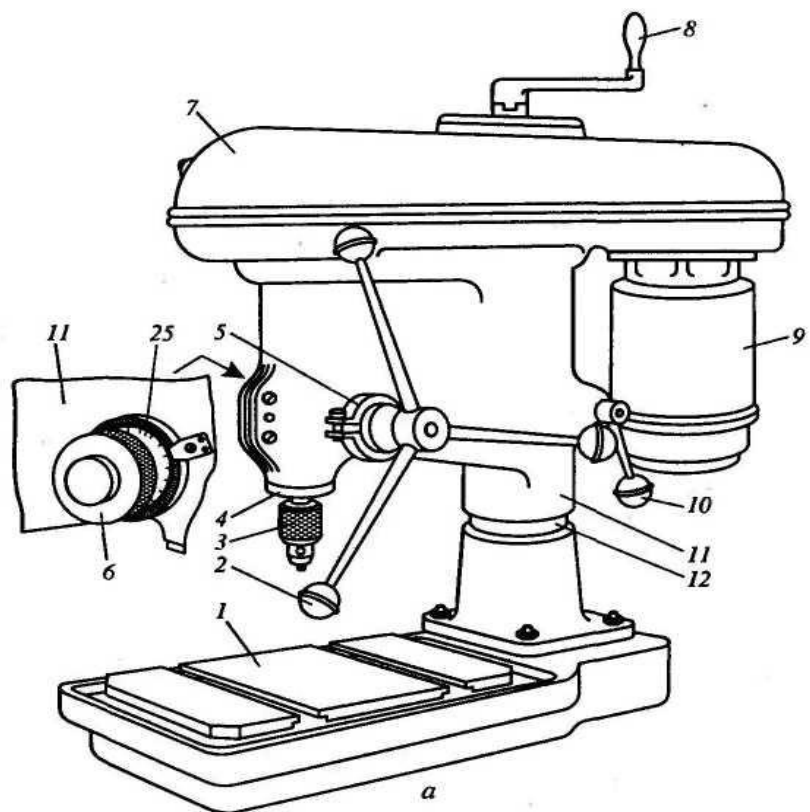


**Рис. 3.9. Ручная сверлильная пневматическая машина Д-2:**  
1 - патрон; 2 - насадка; 3 - ротор; 4 - кнопка; 5 - ниппель; 6 - ручка

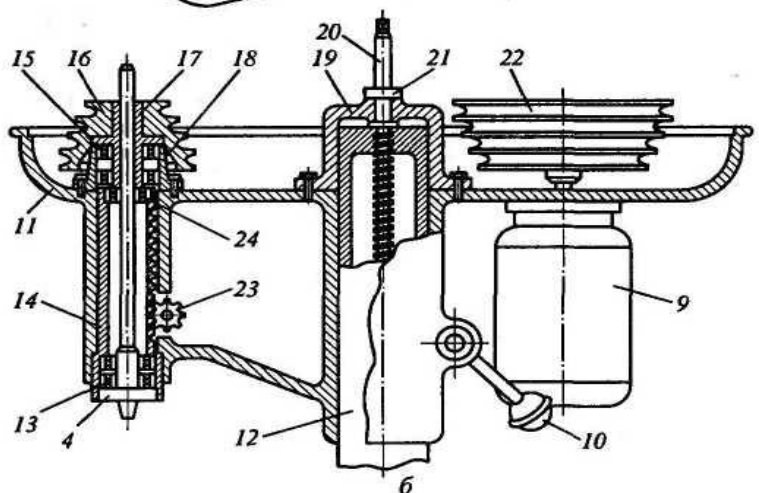


**Рис. 3.10. Ручная сверлильная пневматическая машина УСМ-25:**  
1 - сверло; 2 - трехкулачковый патрон; 3 - головка; 4 - корпус; 5 - кнопка пуска; 6-гайка

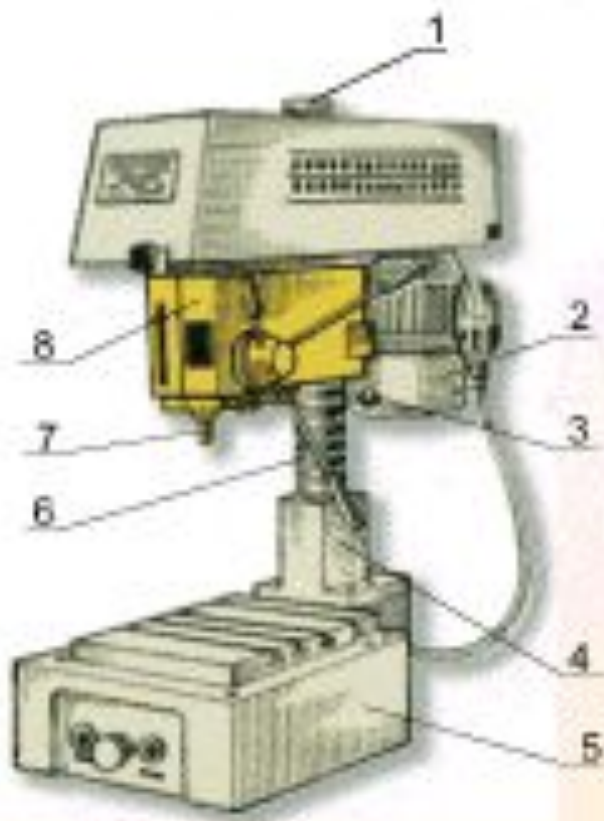
# Продолжение 3 вопроса



**Рис. 3.11. Настольный сверлильный станок:**  
**а** - общий вид; **б** - узел привода;  
**1** - стол; **2,8,10**- рукоятки; **3** - трехкулачковый патрон; **4** - шпиндель; **5** - хомут; **6** - лимб; **7** - кожух; **9** - электрический двигатель; **11**- головка; **12**- колонна; **13,15,24**- шарикоподшипники; **14**- стакан; **16,22**-шкивы; **17**-переходная втулка; **18** - муфта; **19** - фланец; **20** - винт; **21** - упорная шайба; **23** - шестерня; **25** - нониус



## Сверление. Станки для сверления



**а**



**б**

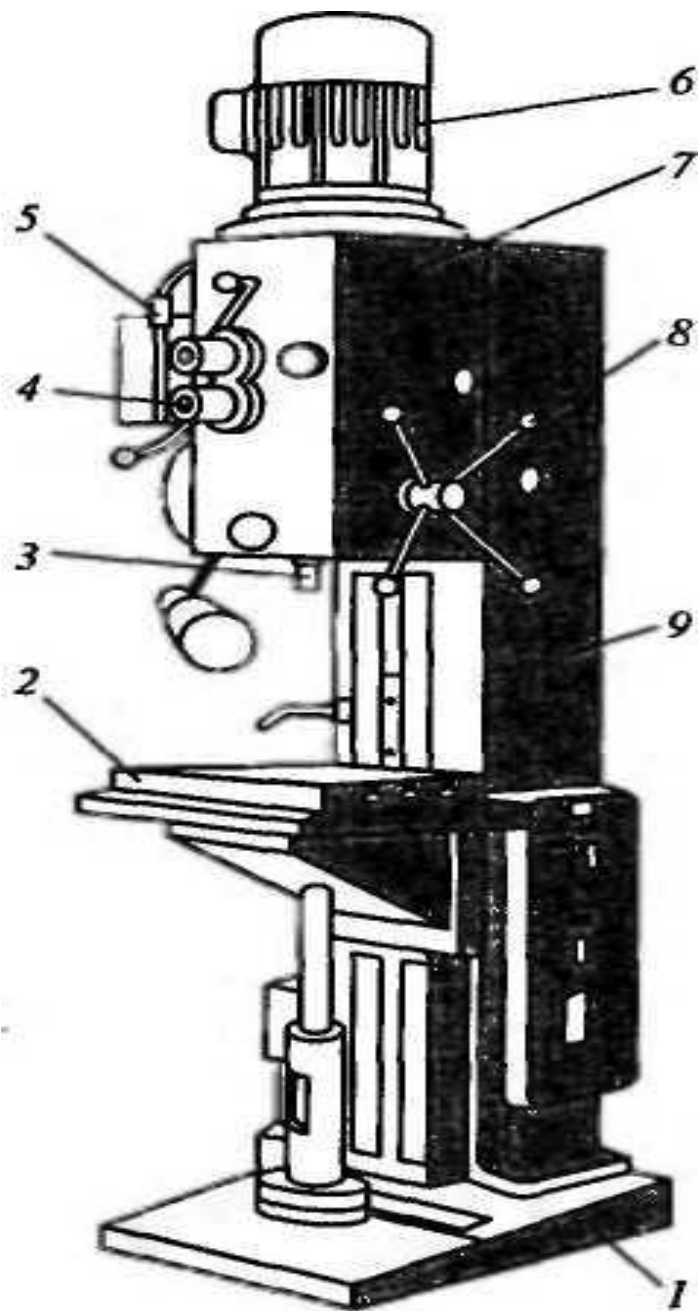
**а** - настольный вертикально-сверлильный станок 2М112

**б** - сверлильный станок с числовым программным управлением

1 - кожух, 2 - привод, 3 - механизм подъема шпиндельной бабки и шпинделя, 4 - крышка, 5 - стол, 6 - рукоятка ручной подачи, 7 - шпиндель, 8 - шпиндельная бабка

5 - стол, 6 - рукоятка ручной подачи, 7 - шпиндель, 8 - шпиндельная бабка

# Продолжение 3 вопроса

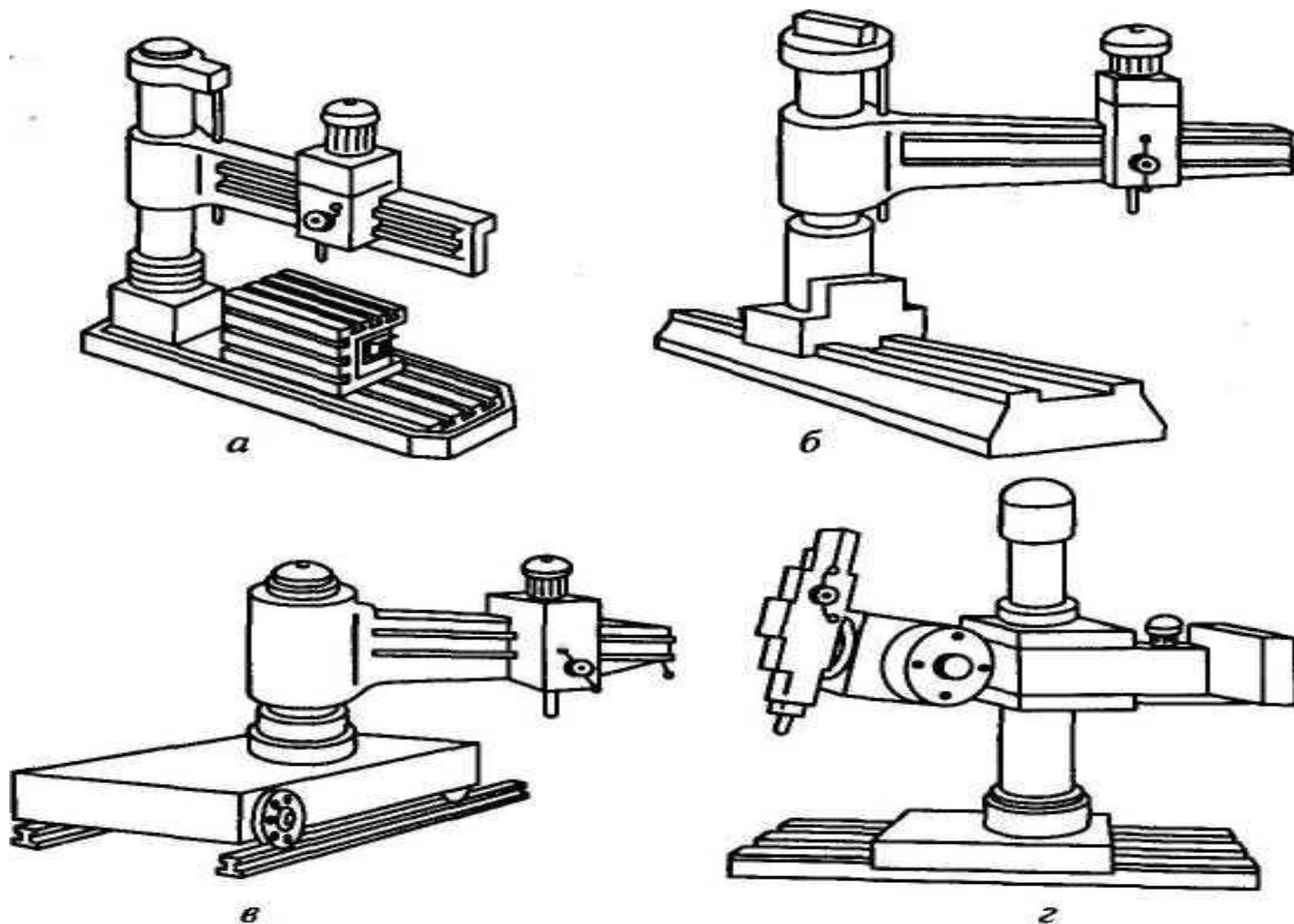


**Рис. 3.12. Вертикально-сверлильный станок МОД.2Н118:**

**1 - фундаментная плита; 2 - стол;  
3 - шпиндель; 4 - коробка подачи;  
5 - коробка скоростей; 6 -  
электрический двигатель; 7-  
сверлильная головка; 8 -  
рукоятка; 9 - колонна**



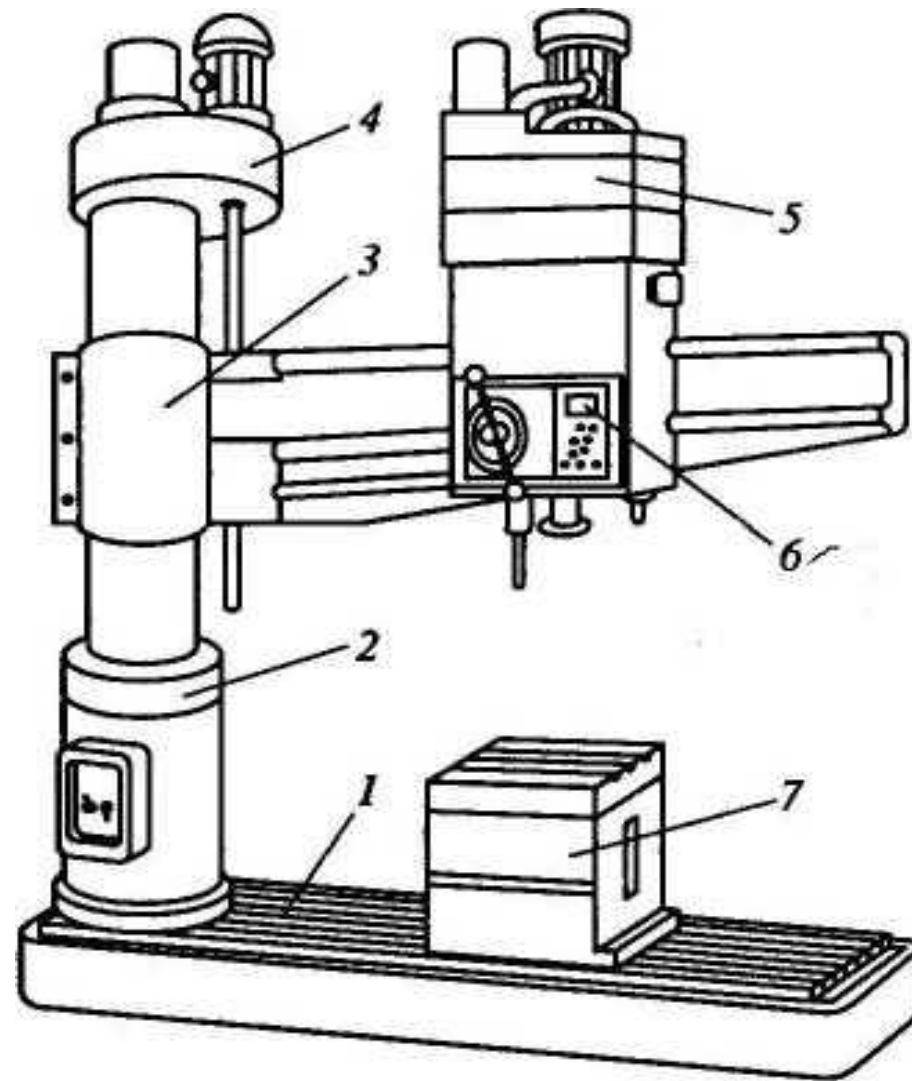
# Продолжение 3 вопроса



**Рис. 3.13. Радиально-сверлильный станок:**  
**а - общего назначения; б - с подвижной колонной; в - на специальной тележке; г - переносной**

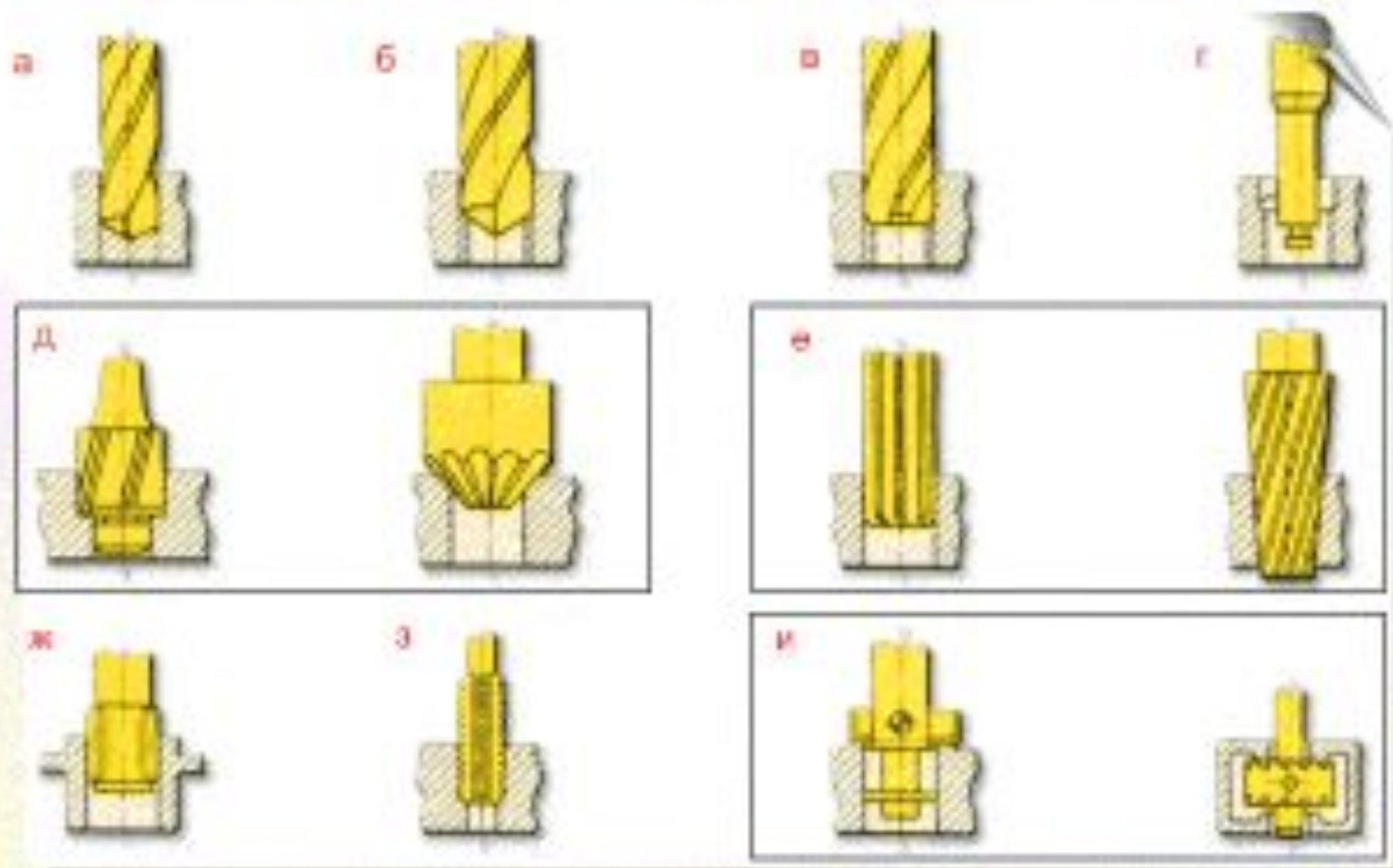


# Продолжение 3 вопроса



**Рис. 3.14. Радиально-сверлильный станок мод. 2А554:  
1-фундаментная плита; 2 -цоколь. 3 - рукав; 4-механизм подъема;  
5- шпиндельная головка; б - пульт управления; 7 - стол**

## Сверление. Работы, выполняемые на сверлильных станках



**а** - сверление сквозных и глухих отверстий, **б** - расверливание небольших отверстий на большие, **в** - зенкерование, **г** - растачивание, **д** - зенкование, **е** - развертывание, **ж** - выглаживание, **з** - нарезание внутренней резьбы, **и** - центрование

# Продолжение 3 вопроса

## *Основные правила работы на сверлильном станке*

1. Сверление следует производить только правильно заточенным сверлом, при необходимости нужно произвести переточку или заправку сверла. Контроль заточки необходимо осуществлять с помощью шаблона (рис. 3.76, а) или специального угломера (рис. 3.76, б).

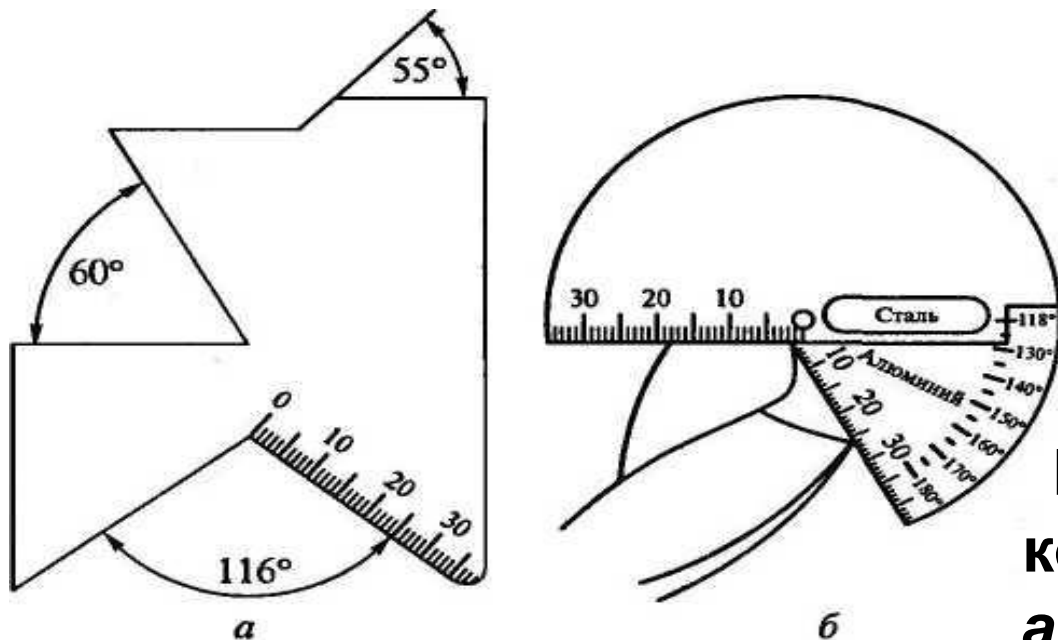


Рис. 3.15. Шаблон для контроля заточки сверл:  
а - шаблон; б - контроль угла при вершине

## **Продолжение 3 вопроса**

- 2. Необходимо прочно закреплять сверло с цилиндрическим хвостовиком в патроне: торец сверла следует упереть в дно патрона, а затем закрепить его, поочередно вставляя ключ во все гнезда патрона.**
- 3. Необходимо прочно закреплять сверло с коническим хвостовиком (патрон со сверлом) в шпинделе станка.**
- 4. Для обеспечения прочного и безопасного крепления обрабатываемой детали необходимо:**
  - крупные корпусные заготовки закреплять на столе станка;**
  - призматические заготовки средней величины (длина 100... 120 мм, ширина 50;..60 мм, высота 30...40 мм) закреплять в машинных тисках;**
  - небольшие заготовки (длина 70... 80 мм, толщина 1... 5 мм) закреплять в ручных тисочках;**
  - заготовки цилиндрической формы устанавливать и закреплять на призмах.**

## **Продолжение 3 вопроса**

- 5. В месте сверления на детали нужно делать глубокое (1,0... 1,5 мм) керновое углубление.**
- 6. Сверление отверстий больших диаметров (свыше 10 мм) необходимо выполнять в два приема: вначале сверлом диаметром 5... 6 мм, а затем сверлом необходимого диаметра.**
- 7. Необходимо правильно определять скорость резания в зависимости от обрабатываемого материала и рационально настраивать станок на частоту вращения шпинделя.**
- 8. Следует соблюдать правильную последовательность сверления при ручной подаче сверла:**
  - совместить вершину сверла с керновым углублением на заготовке;**
  - включить станок;**
  - сверлить отверстие на полную глубину;**
  - при выходе сверла из отверстия нажатие ослабить.**



## **Продолжение 3 вопроса**

**9. Необходимо правильно определять величину автоматической подачи и настраивать станок на эту величину.**

**10. Следует соблюдать правильную последовательность обработки сквозных отверстий при автоматической подаче сверла:**

- совместить вершину сверла с керновым углублением на детали;**
- включить станок;**
- просверлить отверстие на глубину 3... 5 мм, используя ручную подачу;**
- не выводя сверла из отверстия, включить автоматическую подачу;**
- сверлить отверстие на полную глубину.**

**11. При сверлении отверстий по кондуктору необходимо соблюдать следующие правила:**

## **Продолжение 3 вопроса**

**-заготовка должна быть прочно закреплена в кондукторе или кондуктор на заготовке;**

**-диаметр сверла должен точно соответствовать диаметру отверстия во втулке кондуктора.**

**12. При сверлении стальных деталей следует применять СОЖ;**

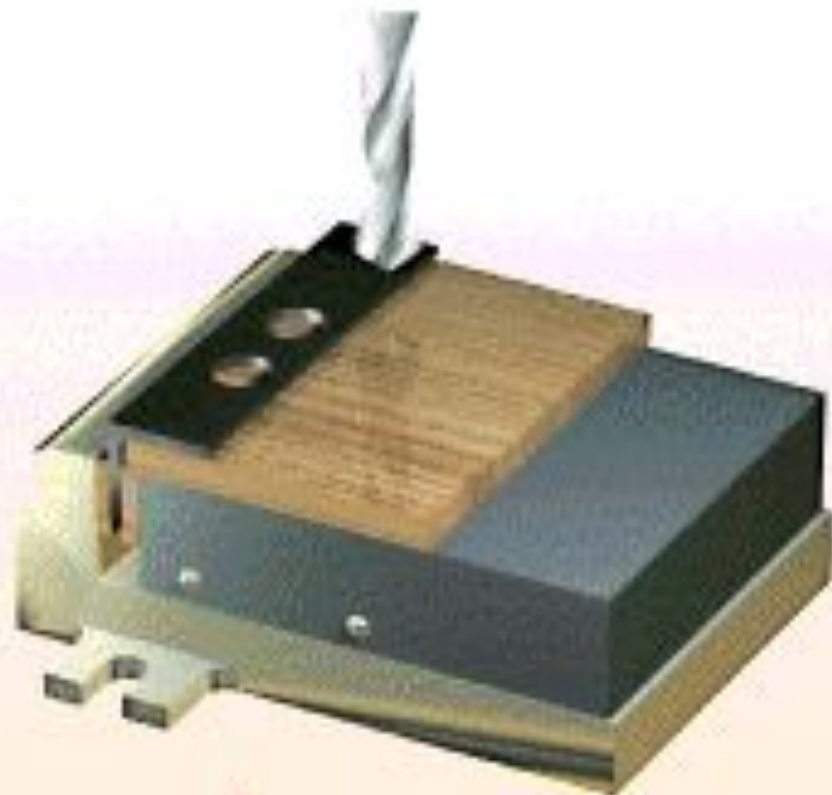
**13. Чугунные детали нужно сверлить без охлаждения сверла.**

**14. После окончания работы следует проверить соответствие просверленных отверстий (диаметр, глубина) и межцентровых расстояний требованиям чертежа.**

## Сверление. Приемы сверления



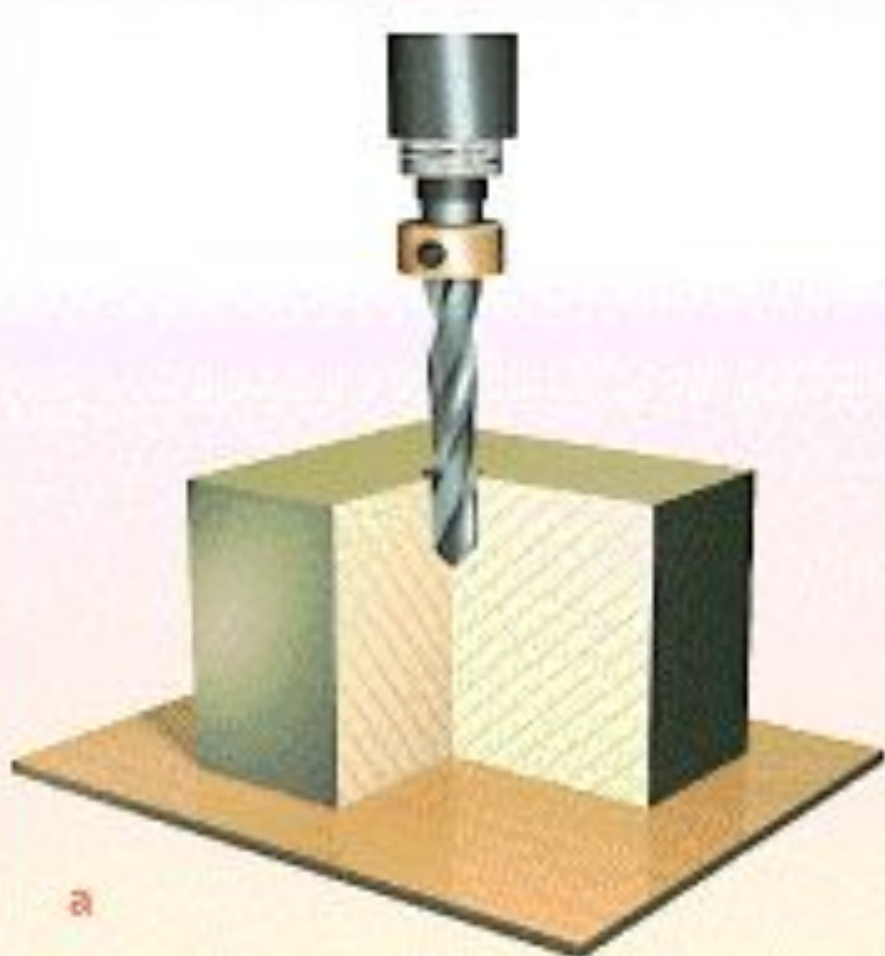
а



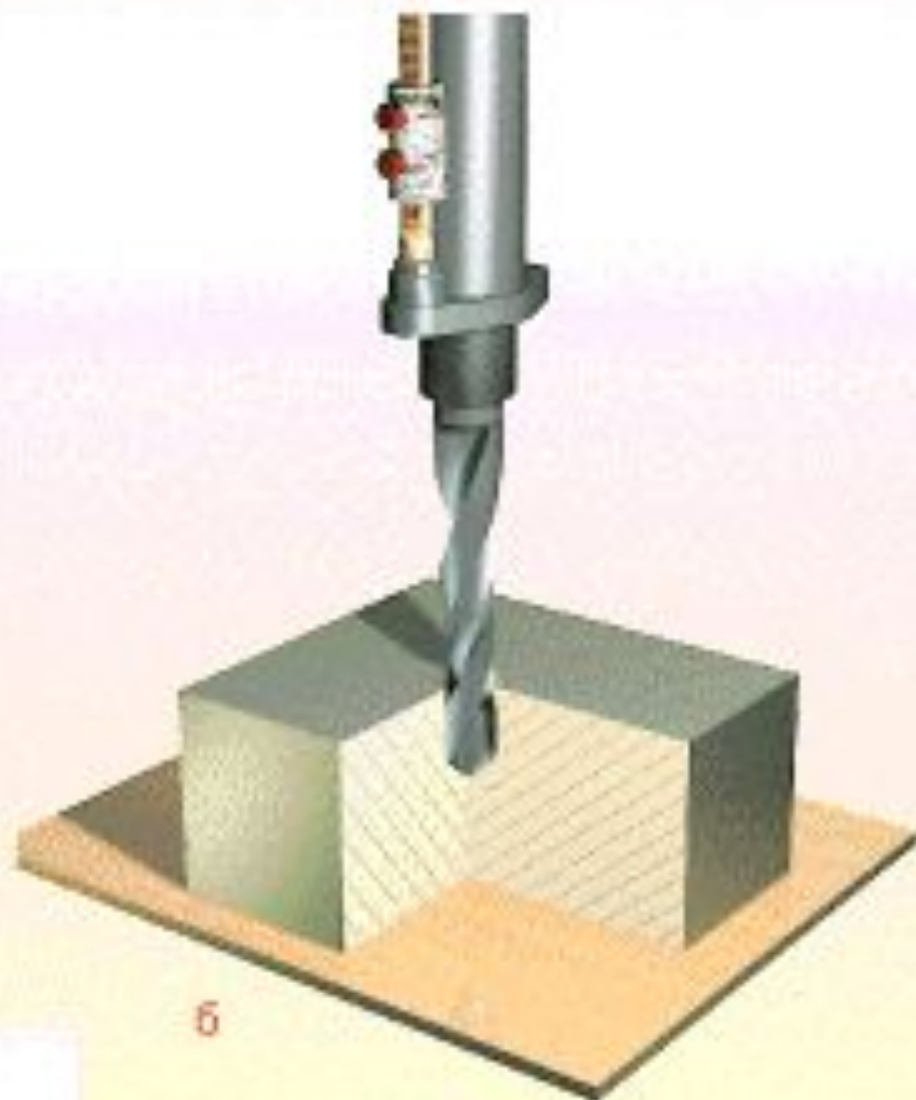
б

а - сверление неглубокого отверстия с помощью приставной пластины,  
б - отверстия в угольнике; 1 - деталь, 2 - пластина

## Сверление. Сверление глухих отверстий на заданную глубину



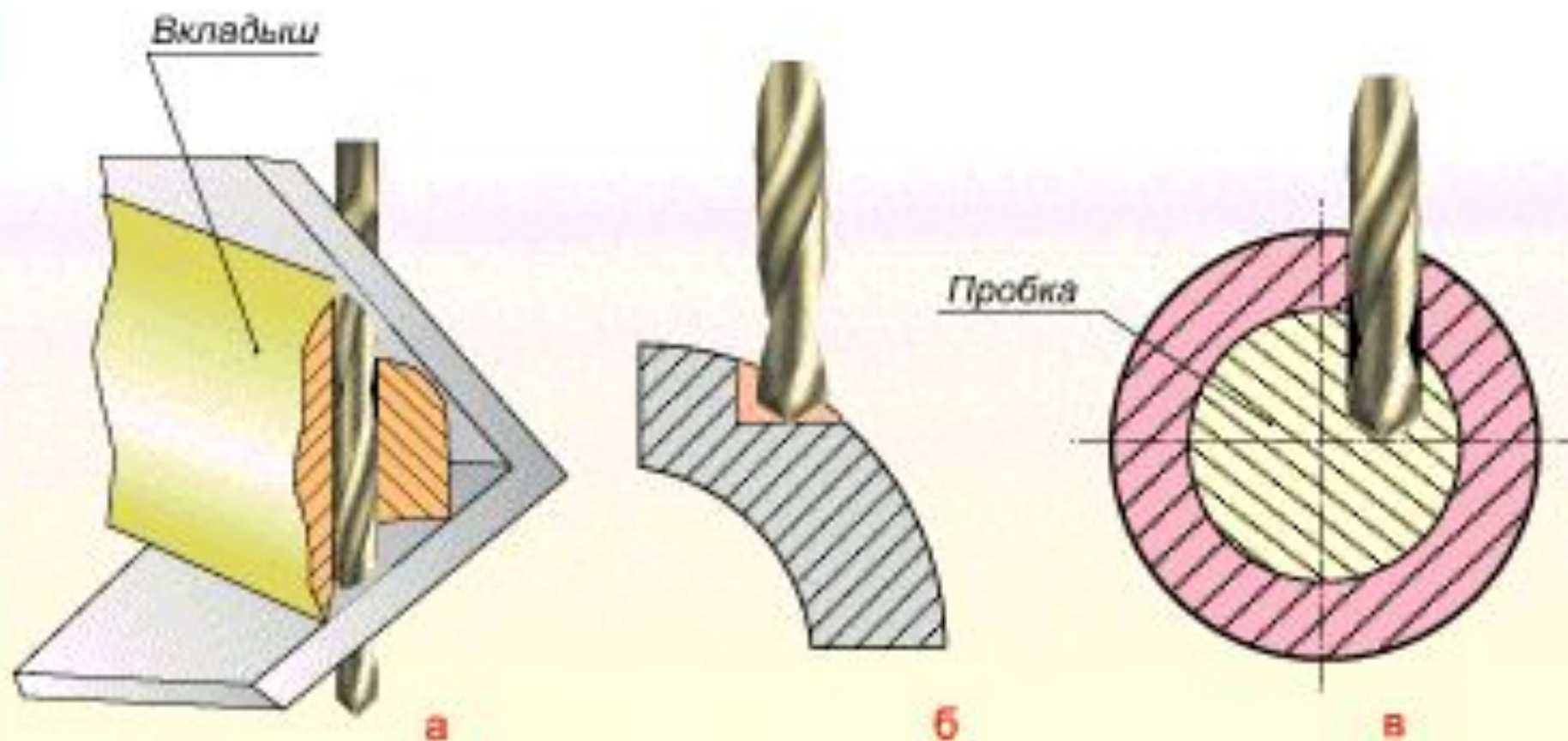
а



б

а - по втулочному упору,  
б - по измерительной линейке

## Сверление. Сверление отверстий



- а** - в плоскости, расположенной под углом к другой плоскости
- б** - на цилиндрической поверхности
- в** - в полых деталях



## **Продолжение 3 вопроса**

### ***Правила безопасности при сверлении:***

- запрещается сверлить незакрепленную или слабо закрепленную заготовку;**
- следует убирать волосы под головной убор;**
- необходимо тщательно застегивать обшлага на рукавах;**
- запрещается сильно нажимать на рычаг подачи сверла, особенно при сверлении отверстий малого диаметра;**
- запрещается наклоняться близко к месту сверления во избежание попадания стружки в глаза;**
- запрещается сдвигать стружку.**

# 4. Режимы резания и припуски при обработке отверстий

## *Режимы резания при сверлении*

Основными элементами резания при сверлении являются скорость и глубина резания, подача, толщина и ширина стружки (рис. 3.16).

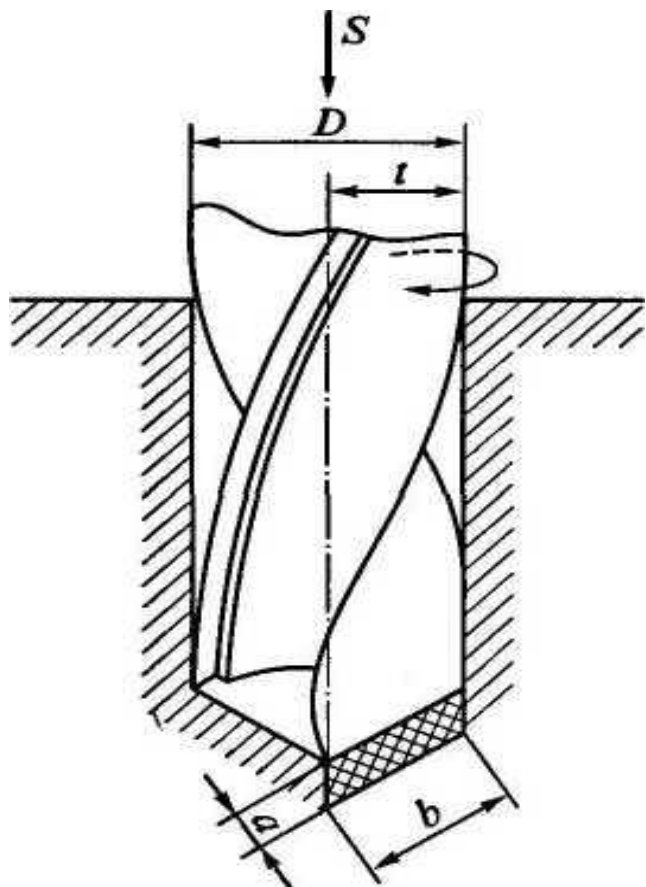


Рис. 3.16. Элементы резания при сверлении:

$S$  - подача;  $D$  - диаметр отверстия;  $t$  - глубина резания;  $b$  - ширина среза;  $a$  - толщина среза

**Припуск** - это слой материала, подлежащий снятию при обработке. Величина этого слоя зависит от требований, предъявляемых к обработанной поверхности и вида обработки.

При сверлении припуск на обработку составляет половину диаметра сверла.

## Продолжение 4 вопроса

**Скорость резания  $V$**  - путь, пройденный точкой на режущей кромке сверла, наиболее удаленной от оси его вращения в мин.  $V = \pi d / n / 1000$  (где  $V$ - скорость резания, м/мин;  $d$ - диаметр сверла, мм;  $n$  - частота вращения шпинделя, об/мин;  $\pi$  - постоянное число, равное 3,14; число 1000 для перевода диаметра сверла в метры).

**Подача  $S$**  измеряется в миллиметрах на один оборот сверла (мм/об).

**Глубина резания  $t$**  измеряется в миллиметрах и представляет собой расстояние от обрабатываемой поверхности до оси сверла.

**Толщина среза (стружки)  $a$**  измеряется в направлении, перпендикулярном режущей кромки сверла, и равна половине величины перемещения сверла относительно оси обрабатываемого отверстия за один его оборот.

**Ширина среза  $b$**  измеряется вдоль режущей кромки и равна ее длине.

# Продолжение 4 вопроса

## Типичные дефекты при обработке отверстий, причины их появления и способы предупреждения.

Дефект	Причина	Способ предупреждения
<i>Сверление</i>		
<b>Перекося отверстия</b>	<b>Стол станка не перпендикулярен шпинделю. Попадание стружки под нижнюю поверхность заготовки. Неправильные (непараллельные) подкладки. Неправильная установка заготовки на столе станка. Неисправные и неточные приспособления</b>	<b>Выверить правильность положения стола. При установке очищать стол и заготовку от грязи и стружки. Исправить или заменить прокладки. Проверить установку и крепление заготовки. Заменить приспособление исправным</b>
<b>Смещение отверстия</b>	<b>Биение сверла в шпинделе. Увод сверла в сторону. Неправильная установка или слабое крепление заготовки на столе (при сверлении заготовка сместилась). Неверная разметка при сверлении по разметке</b>	<b>Устранить биение сверла. Проверить правильность заточки сверла, выверить его на биение и правильно заточить. Проверить установку и крепление заготовки, надежно закрепить ее на столе станка. Правильно размечать</b>

# Продолжение 4 вопроса

<b>Завышенный диаметр отверстия</b>	<b>Люфт шпинделя станка. Неправильные углы заточки сверла или разная длина режущих кромок. Смещение поперечной режущей кромки</b>	<b>Во всех перечисленных случаях следует правильно переточить сверло</b>
<b>Грубо обработана поверхность стенок отверстия</b>	<b>Завышена подача сверла. Тупое и неправильно заточенное сверло. Некачественная установка заготовки или сверла. Недостаточное охлаждение или неправильный состав охлаждающей жидкости</b>	<b>Правильно заточить сверло. Проверить правильность крепления сверла и обрабатываемой заготовки. Увеличить охлаждение сверла или заменить охлаждающую жидкость</b>
<b>Увеличение глубины отверстия</b>	<b>Неправильная установка упора на глубину</b>	<b>Точно установить упор на заданную глубину резания</b>



# Продолжение 4 вопроса

Дефект	Причина	Способ предупреждения
<i>Зенкерование</i>		
<b>Грубая обработка, задиры на обработанной поверхности отверстия</b>	<b>Под зубья инструмента попадает стружка</b>	<b>Отверстия в заготовках из стали обрабатывать с применением смазывающе-охлаждающей жидкости</b>
<b>Перекося отверстия, зенкерованного в необработанной корпусной детали</b>	<b>Неправильная установка заготовки на столе станка</b>	<b>При установке заготовки на столе станка особое внимание обращать на расположение оси обрабатываемого отверстия относительно оси инструмента. Прочно закреплять заготовку на столе станка</b>

# Продолжение 4 вопроса

<b>Диаметр зенкованной части отверстия больше диаметра зенковки</b>	<b>Диаметр штифта зенковки меньше диаметра отверстия</b>	<b>Внимательно следить за тем, чтобы диаметр штифта зенковки точно соответствовал диаметру обрабатываемого отверстия</b>
<b>Глубина зенкования части отверстия меньше или больше заданной</b>	<b>Работа не окончена. Невнимательность при измерениях, невнимательность при работе</b>	<b>Продолжить работу и более внимательно относиться к измерению глубины зенкования. Во втором случае брак является неисправимым</b>

# Продолжение 4 вопроса

<i>Развертывание</i>		
<b>Грубая обработка, задиры на обработанной поверхности</b>	<b>Обработка производилась без смазывающе-охлаждающей жидкости. Применялись неправильные приемы развертывания</b>	<b>И при черновом и при чистовом развертывании отверстий в стальных деталях обязательно применять смазывающе-охлаждающую жидкость. Развертывание производить только вращением воротка по часовой стрелке</b>
<b>Диаметр развернутого отверстия меньше заданного, проходная пробка калибра не входит в отверстие</b>	<b>Работа выполнялась сильно изношенной разверткой</b>	<b>Сменить инструмент</b>