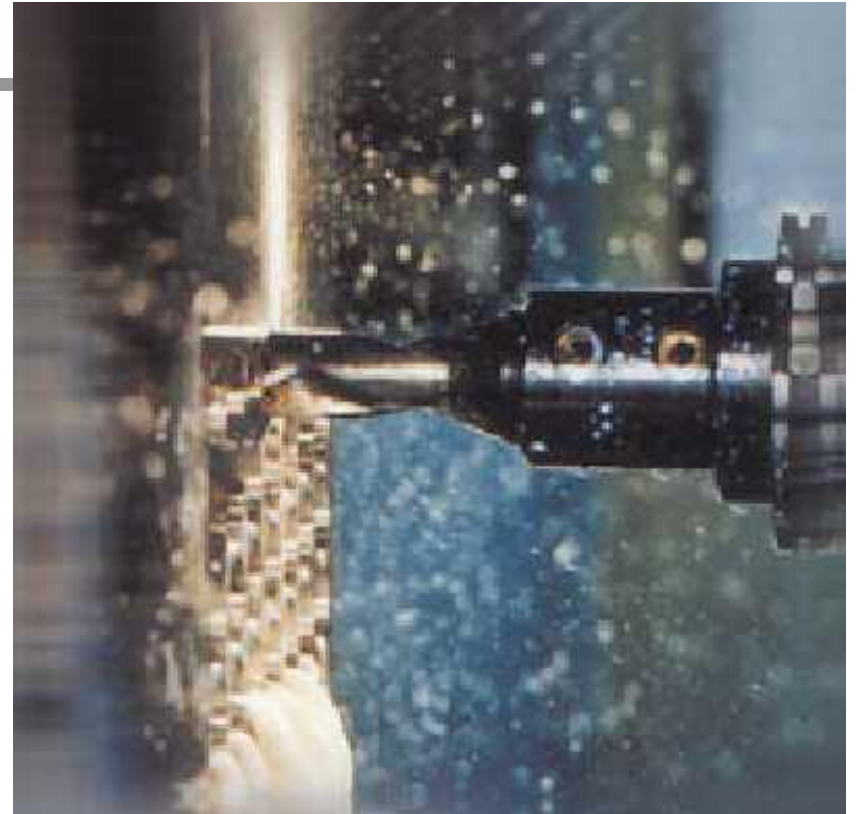


# *Инструменты для обработки отверстий*

*Часть 2*





# Зенкеры

— осевой режущий инструмент, предназначенный для повышения точности формы отверстия, полученных после сверления, отливки,ковки, штамповки, а также для обработки торцовых поверхностей бабышек, выступов и др.

Зенкеры для обработки цилиндрических отверстий применяют для окончательной обработки отверстий с допуском по 11-, 12-му квалитетам и обеспечивают параметр шероховатости поверхности  $R_z = 20...40$  мкм или для обработки отверстий под последующее развертывание



# Номенклатура зенкеров

---

- Зенкеры изготавливают хвостовыми цельными, хвостовыми сборными со вставными ножами, насадными цельными и насадными сборными.
- Зенкеры делают из быстрорежущей стали или с пластинами твердого сплава, напаиваемыми на корпус зенкера или на корпус ножей у сборных конструкций.

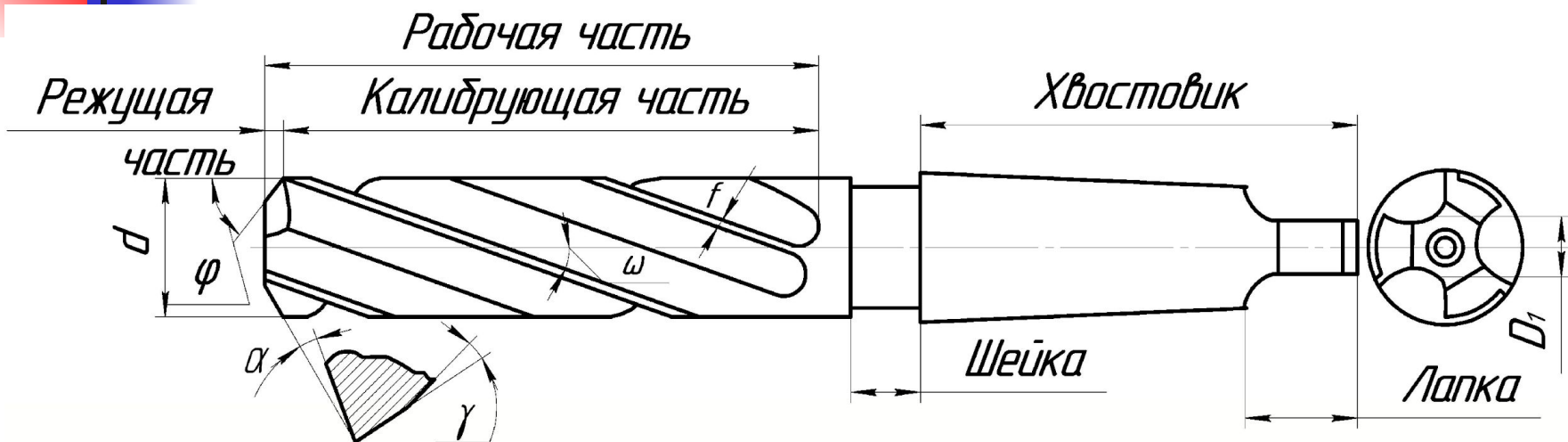


# Номенклатура зенкеров

---

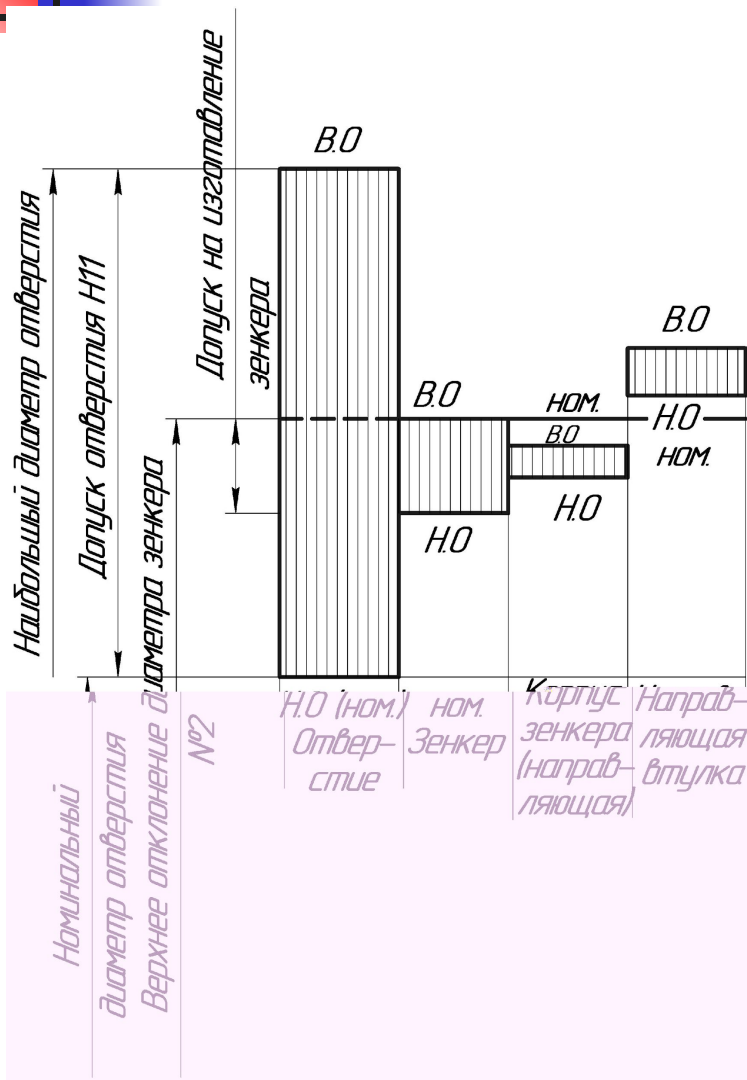
- *Зенкеры из быстрорежущей стали* изготавливают хвостовыми цельными диаметрами от 10 до 40 мм, хвостовыми сборными со вставными ножами диаметром от 32 до 80 мм, насадными цельными диаметром от 25 до 60 мм и насадными сборными диаметром от 40 до 120 мм
- Хвостовые зенкеры делают сварными — рабочая часть из быстрорежущей стали, хвостовик из сталей 45, 40Х, 45Х.
- Место сварки обычно делают на шейке

# Конструктивные элементы зенкера



- Диаметр зенкера для обработки отверстий устанавливают в зависимости от его назначения Диаметр зенкера № 1, предназначенного для обработки отверстий под последующее развертывание, определяют с учетом припуска под развертывание Диаметр зенкера № 2 для окончательной обработки определяют по диаметру обрабатываемого отверстия с учетом допуска на отверстие, разбивки и запаса на изнашивание. Разбивку обычно принимают равной 0,3—0,4 допуска на обрабатываемые отверстия, допуск на изготовление принимают равным 0,25 допуска на отверстие

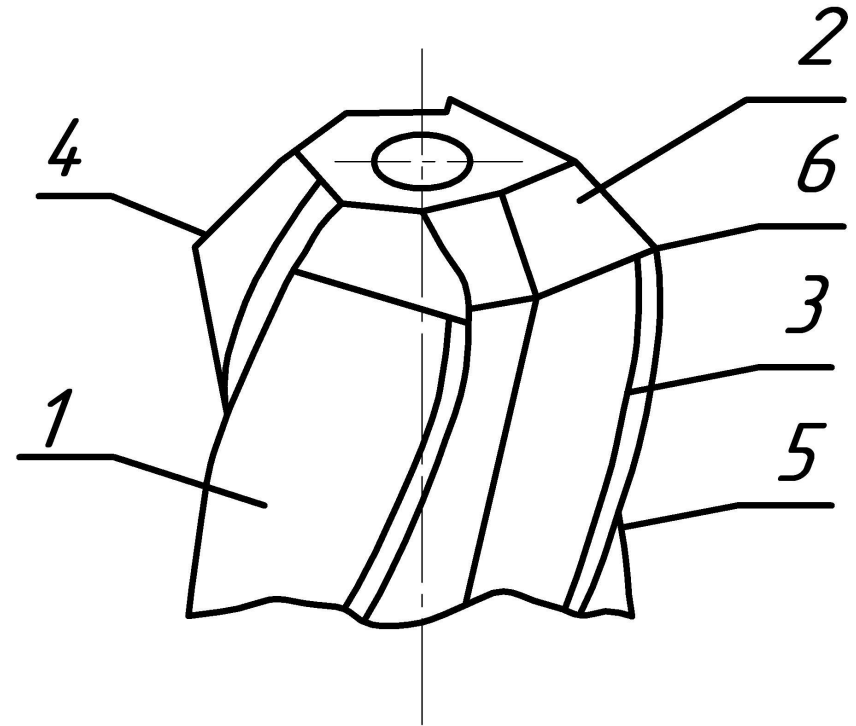
# Схема построения допусков на наружный диаметр зенкера



- ВО — верхнее отклонение,
- НО — нижнее отклонение,
- НОМ — номинальный размер

# Элементы рабочей части зенкера

- Рабочая часть зенкера состоит из задней поверхности 1, главной задней поверхности 2, вспомогательной задней поверхности (ленточки) 3, главной режущей кромки 4, вспомогательной режущей кромки 5 и вершины 6 зуба зенкера;



# Конструктивные элементы зенкера

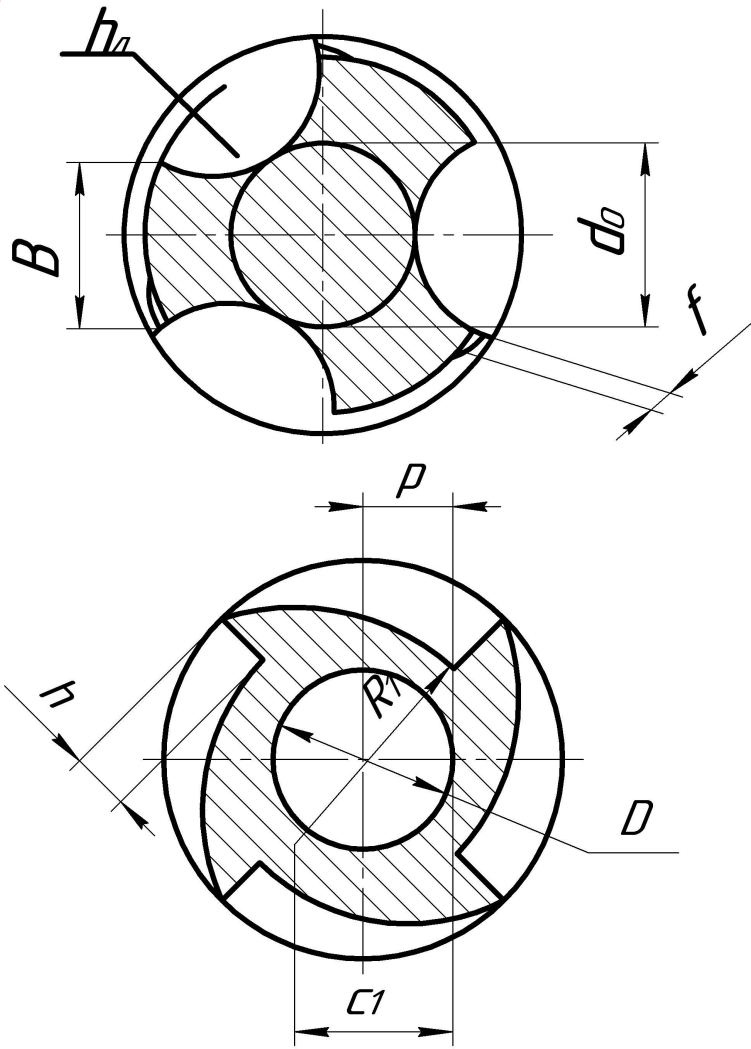
- Калибрующая часть обеспечивает получение требуемого размера отверстия, направление зенкера в процессе обработки и служит запасом на переточки режущей части.
- На калибрующей части вдоль режущей кромки оставляют ленточки шириной 0,8—2,5 мм в зависимости от диаметра зенкера. С увеличением ширины ленточки наблюдается большое налипание на нее стружки, что ухудшает процесс резания. Высота ленточки 0,2—1 мм.
- Для облегчения процесса резания на калибрующей части делают обратную конусность в пределах 0,04—0,10 мм на 100 мм длины. Утонение зенкера играет такую же роль, как и вспомогательный угол в плане у резцов.



# Конструктивные элементы зенкера

- Канавки у зенкеров делают винтовые, косые и прямые.
- Наиболее широко применяют винтовые канавки.
- Косые канавки применяют у зенкеров со вставными ножами.
- Прямые канавки применяют для зенкеров, оснащенных твердым сплавом, предназначенных для обработки материалов, дающих стружку надлома.
- Для повышения прочности и жесткости у хвостовых зенкеров диаметр сердцевины увеличивается к хвостовику на 1—2 мм.

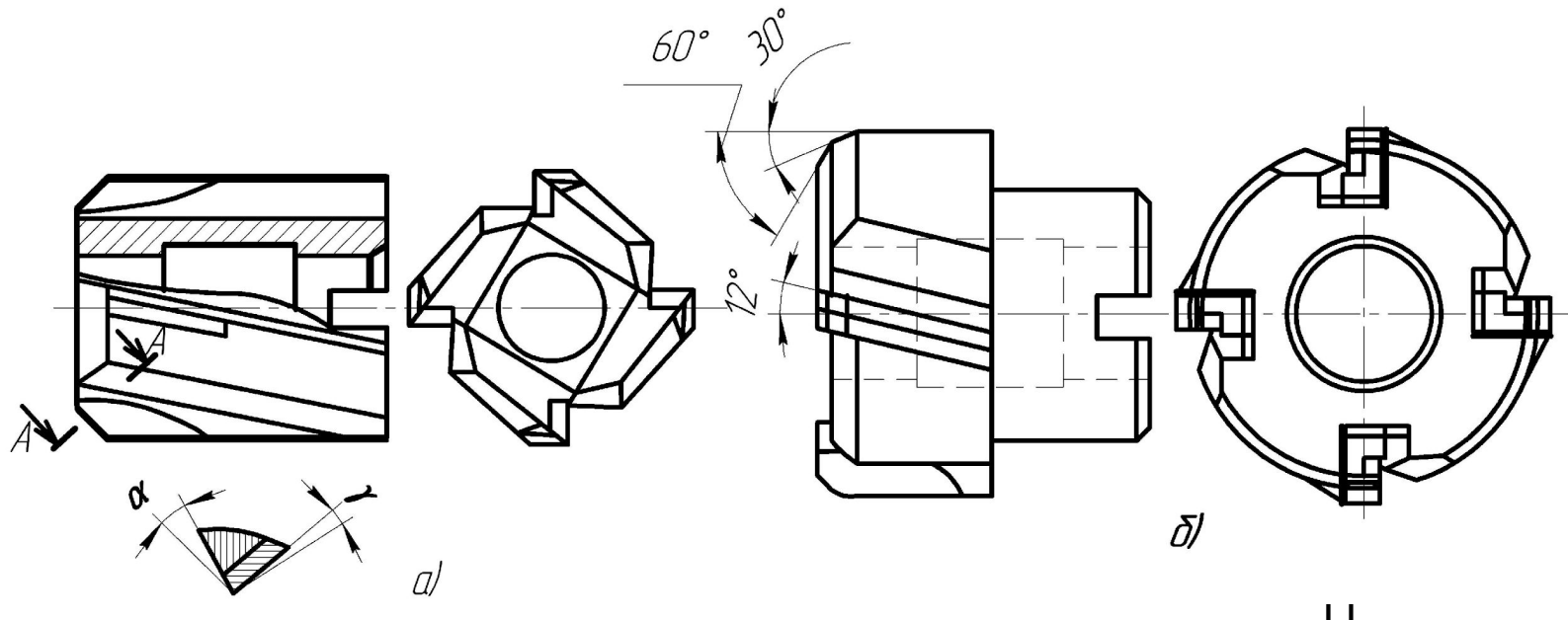
# Конструктивные элементы зенкера



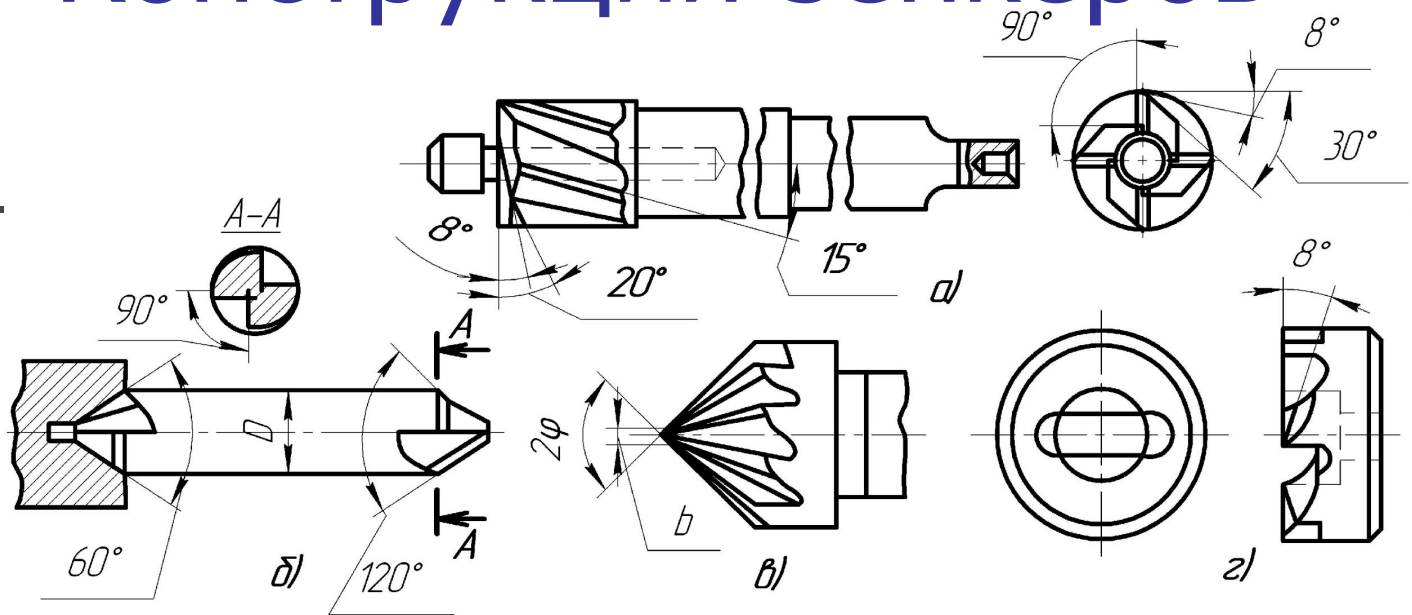
- Хвостовые цельные зенкеры имеют три зуба
- Насадные цельные — четыре.
- Формы профиля поперечного сечения зенкера, имеющего три и четыре зуба, показаны на рисунках.

# Насадные зенкеры

- а) - с напаянными пластинами из твердого сплава,
- б) - с механическим креплением ножей, оснащенных пластинами из твердого сплава

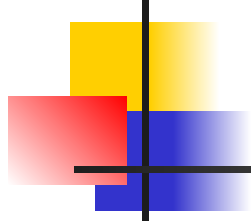


# Конструкции зенкеров



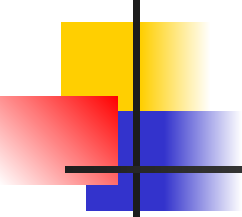
- а) - зенкер для цилиндрических углублений (цековка),
- б) - зенковка,
- в) - коническая зенковка,
- г) - зенкер для зачистки торцевых поверхностей

# Зенковки



- *Зенковка* — многолезвийный режущий инструмент, предназначенный для обработки: цилиндрических углублений под головки винтов и др.; конических углублений, для центрования отверстий, отверстий под винты с потайной головкой, снятия фасок в отверстиях и др.
- Для лучшего направления в процессе работы у зенковок широко применяют направляющие части. Зенковки изготавливают из быстрорежущей стали и оснащают пластинами из твердого сплава. Зенковки из быстрорежущей стали диаметром свыше 12—14 мм делают сварными, с хвостовиком из стали 45, 40Х, 45Х.
- Зенковки для цилиндрических углублений имеют конструкцию, аналогичную зенкерам. Зенковки для конических углублений делают с углом  $2\phi = 60^\circ, 75^\circ, 90^\circ, 120^\circ$

# Развертки

- 
- **Развертка** — осевой режущий инструмент для повышения точности формы и размеров отверстия и снижения шероховатости поверхности.
  - Предназначена для предварительной и окончательной обработки отверстий с полями допуска по 6 — 11-му квалитетам и с параметром шероховатости поверхности  $R_a = 2,5 \dots 0,32$  мкм.



# Назначение разверток

---

- Развертки для предварительной обработки выполняют с полем допуска  $V8$ , допуск на развертки для окончательной обработки устанавливают в зависимости от допуска на обрабатываемое отверстие.
- В процессе работы развертки повышают точность и качество обработки отверстий. Их обычно используют для обработки отверстий после растачивания или зенкерования. Развертывают отверстия после сверления, в основном при обработке отверстий диаметром до 5 мм

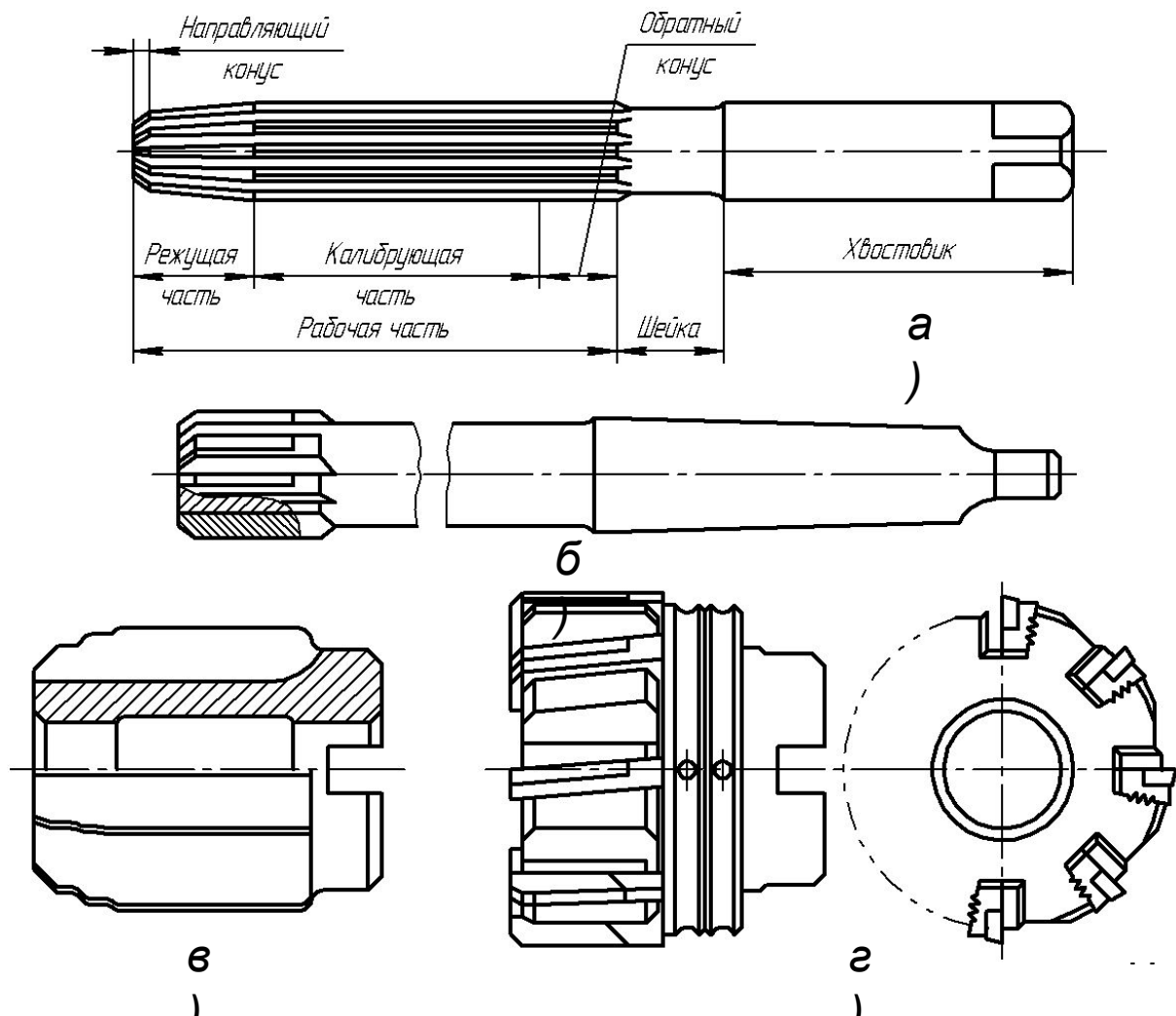
# Виды разверток

- По способу применения развертки разделяют на ручные и машинные,
- по форме обрабатываемого отверстия — на цилиндрические и конические,
- по методу закрепления — на хвостовые и насадные,
- по конструкции — на цельные и сборные, жесткие и регулируемые.

Ручные развертки диаметром 3—40 мм изготавливают из быстрорежущей стали, а также из легированной стали 9ХС, так как они работают при малых скоростях резания. Машинные развертки диаметром 3—50 мм и ножи для сборных разверток диаметром 40—100 мм изготавливают из быстрорежущей стали или оснащают пластинами из твердого сплава.



- а) - ручная с цилиндрическим хвостовиком,  
б) - машинная цельная с коническим хвостовиком,  
в) - машинная цельная насадная, г) - машинная сборная со вставными ножами, оснащенными пластинами из твердого сплава



# Конструктивные элементы разверток

- Рабочая часть разверток состоит из режущей и калибрующей частей. Зубья, расположенные на режущей части, затачивают на остро, без оставления ленточки; на калибрующей части по задней поверхности вдоль режущей кромки оставляют цилиндрическую ленточку шириной 0,05— 0,3 мм для лучшего направления при работе и сохранения диаметра развертки. Угол в плане на режущей части для ручных разверток находится в пределах  $1—2^\circ$  для лучшего направления развертки в начале работы, у машинных разверток — в пределах  $5—45^\circ$ .

# Конструктивные элементы разверток

- Диаметр развертки в начале режущей части делают меньше предварительно подготовленного отверстия на 0,3—0,4 припуска под развертывание, это необходимо, чтобы обеспечить свободный вход развертки в отверстие и улучшить ее первоначальное направление.
- Рабочую часть у ручных разверток делают длиной 4—10 диаметров развертки, а у машинных - 2—0,75 диаметра

# Конструктивные элементы разверток

- Калибрующую часть у разверток на длине 0,5...0,4 рабочей части делают цилиндрической, далее делают для уменьшения разбивки отверстия обратную конусность.
- У ручных разверток обратная конусность равна 0,010...0,015 мм на 100 мм длины, у машинных - 0,04...0,10 мм на 100 мм длины. Передний угол у разверток обычно принимают равным  $0^\circ$ . У черновых разверток и при обработке заготовок из вязких материалов передний угол равен  $5...10^\circ$ . Задние углы у разверток выбирают в пределах от 6 до  $15^\circ$ . При обработке заготовок из сталей  $\alpha=6...10^\circ$ ; при обработке заготовок из алюминиевых сплавов  $\alpha=10...15^\circ$ .

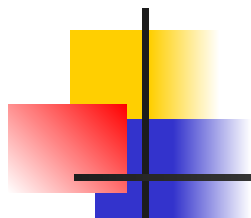


# диаметр развертки

---

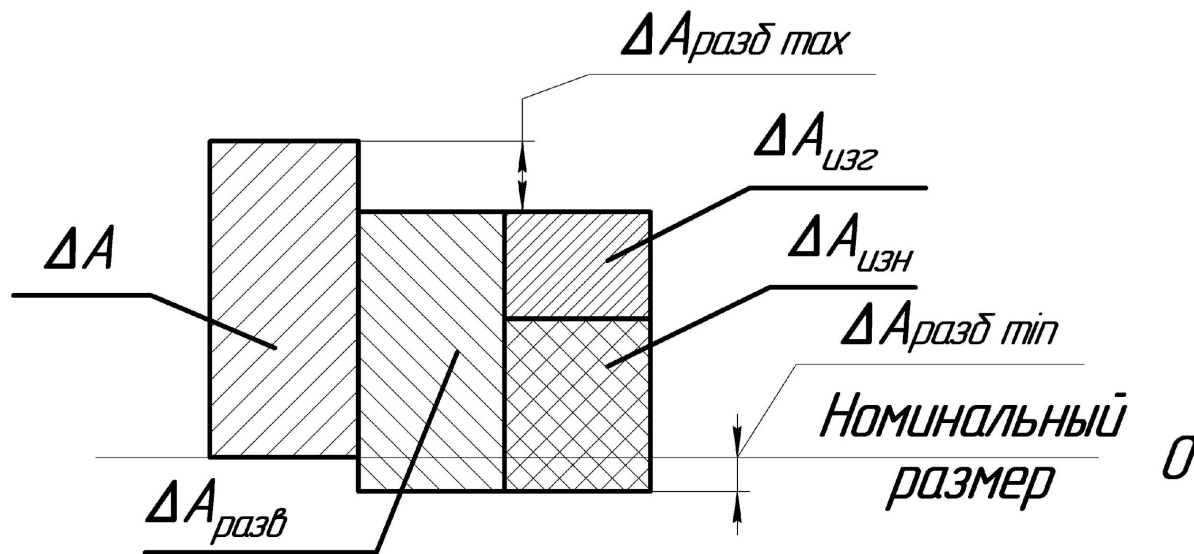
- При определении диаметра развертки необходимо учитывать разбивку отверстия разверткой, допуск на ее изготовление и изнашивание.
- Разбивка отверстия зависит от диаметра отверстия, материала заготовки, режимов резания, охлаждающей жидкости, конструктивных и геометрических параметров, способа крепления, состояния станка, неточностей установки и др.

# Схема построения допусков на наружный диаметр развертки



- При обработке отверстия 5—8-го квалитетов точности максимальная разбивка  $\Delta A_{разб\ max}$  и допуск  $\Delta A_{изг}$  на погрешность изготовления диаметра развертки принимают равными  $1/3$  допуска на диаметр отверстия  $\Delta A$ :

$$\Delta A_{разб\ max} = \Delta A_{изг} = \Delta A/3.$$



- После окончательного изнашивания диаметр перешлифованной развертки может быть меньше диаметра отверстия на величину минимальной разбивки, так как из-за наличия ее будет обеспечиваться размер отверстия, не выходящий за пределы допусков.

- Поэтому запас на изнашивание развертки при обработке отверстий 5-го квалитета точности  $\Delta A_{изн} \sim 0,60 \Delta A$ , при обработке отверстий 7-го квалитета точности  $\Delta A_{изн} \sim 0,55 \Delta A$ , при обработке отверстий 8-го квалитета точности  $\Delta A_{изн} \sim 0,45 \Delta A$

# Число и направление зубьев

- Для улучшения качества обработанной поверхности число зубьев у разверток делается больше, чем у зенкеров, и в зависимости от диаметра его принимают равным 6—14.
- для ручных и машинных разверток диаметром 3—50 мм ориентировочно число зубьев 
$$z = 1.5\sqrt{d} + (2...4),$$
- для машинных разверток сборной конструкции  $z = 1,2\sqrt{d}$ , где  $d$  — диаметр развертки

# Число и направление зубьев

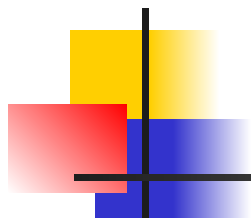
- Большинство разверток изготавливают с прямым зубом
- Окружной шаг зубьев делают равномерным и неравномерным.
- Применение разверток с неравномерным шагом улучшает качество обработанных отверстий (*снижает шероховатость поверхности, уменьшает их гранность*).
- Для удобства измерения развертки, как правило, изготавливают с четным числом зубьев, а в случае неравномерности окружного шага накрест лежащие углы у них делают равными, так, чтобы режущие кромки противоположных зубьев находились в одной осевой плоскости.



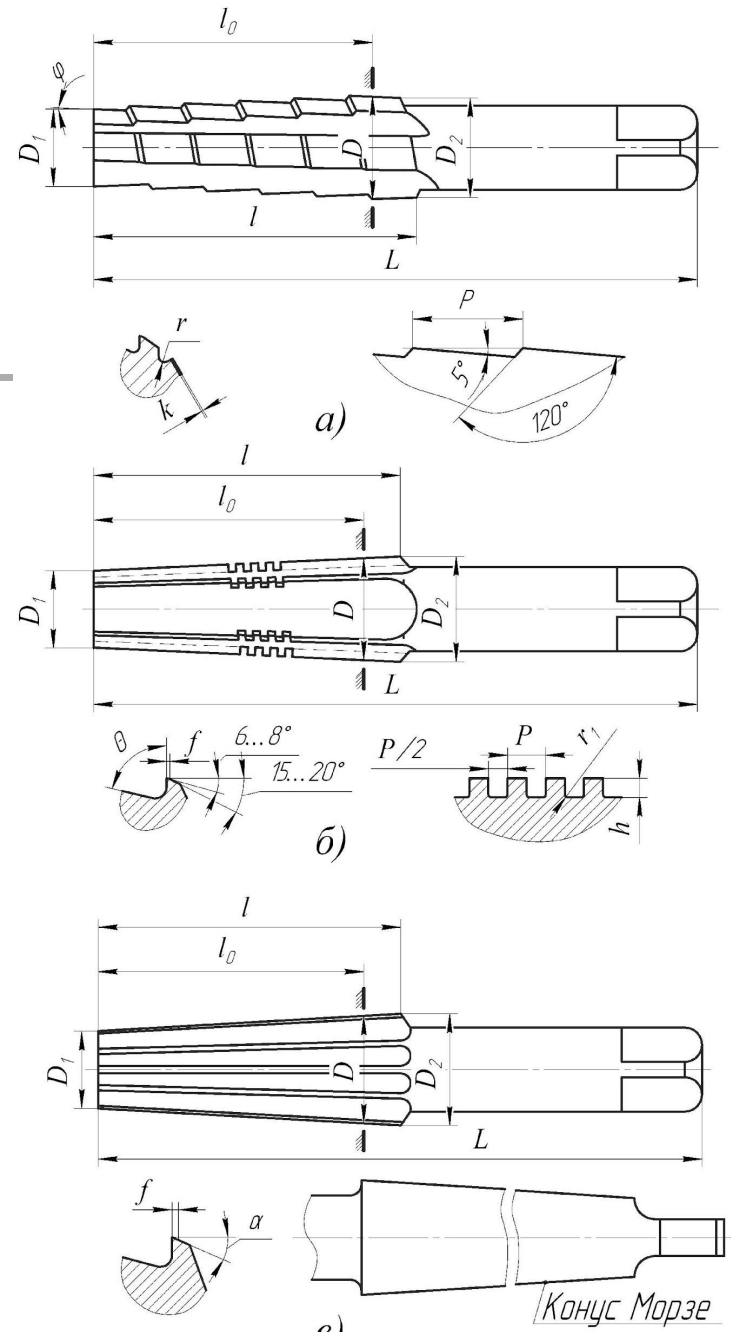
# Число и направление зубьев

- В тех случаях, когда развертки предназначены для обработки отверстий с продольными канавками или отверстий, прерывающихся по длине, развертки делают с винтовым зубом
- Направление винтовых зубьев обратно направлению резания для предупреждения от самозатягивания и заедания развертки.
- Угол наклона канавок  $\omega$  выбирают в зависимости от материала заготовки: для серого чугуна и твердой стали  $\omega = 7...8^\circ$ , для ковкого чугуна и стали  $\omega = 12...20^\circ$ , для алюминия и легких сплавов  $\omega = 35...45^\circ$ .

# Конические развертки



- Их применяют для превращения цилиндрического отверстия в коническое или для калибровки конического отверстия, предварительно обработанного другим инструментом
- Для получения отверстий под конус Морзе (из цилиндрического) обычно применяют комплекты разверток из трех или двух штук.





# *Комплект конических разверток*

---

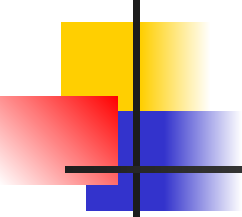
- Первая имеет ступени на зубьях, расположенные по винтовой линии на конусе с углом, равным углу наклона конуса Морзе, направление резьбы совпадает с направлением резания. Эта развертка превращает цилиндрическое отверстие в ступенчатое. Развертки имеют от трех до восьми зубьев в зависимости от размеров обрабатываемого конуса, они затылованы по задней поверхности.
- Вторая развертка имеет форму, соответствующую форме обрабатываемого отверстия, ее зубья для дробления стружки пересекаются прямоугольной резьбой, имеющей направление, обратное направлению резания
- Третья развертка по конструкции отличается от цилиндрических разверток тем, что зубья у нее расположены на конусе и имеют переменную глубину канавки (большую у большего диаметра разверток).



# КОМПЛЕКТЫ РАЗВЕРТОК

---

- Конические развертки обычно делают с равномерным шагом.
- При получении отверстия конусность 1:30 из подготовленного цилиндрического отверстия требуется удаление меньшего слоя металла, и поэтому применяют две развертки (вторую и третью).
- При обработке отверстий конусностью 1:50 и развертывании ранее подготовленных конических отверстий применяют только третью развертку

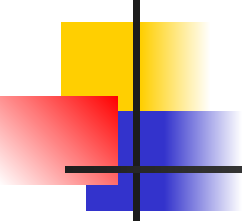


# Комбинированные инструменты для обработки отверстий

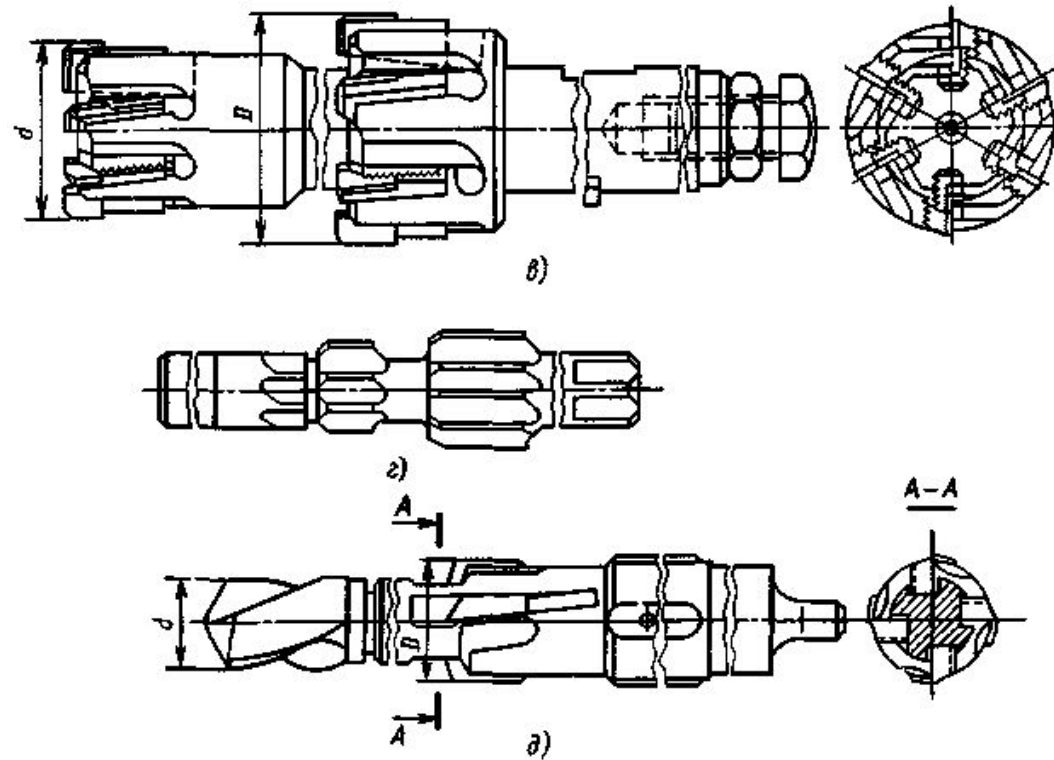
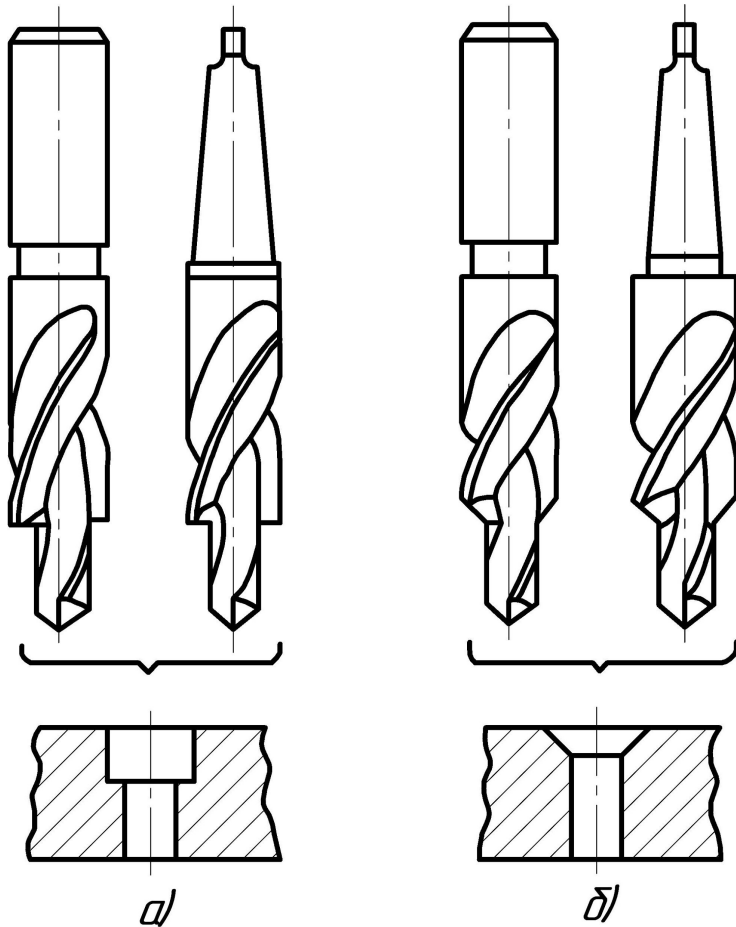
---

- Для совмещения операций и переходов при обработке цилиндрических и ступенчатых отверстий используют различные комбинированные инструменты.
- Их применение значительно сокращает машинное и вспомогательное время и повышает производительность обработки
- Применение комбинированных инструментов при обработке ступенчатых отверстий значительно уменьшает отклонение от соосности ступеней и повышает точность размеров между торцовыми поверхностями обрабатываемой заготовки

# Виды комбинированных инструментов

- 
- 
- При обработке цилиндрических отверстий широко применяют инструменты, являющиеся соединением инструментов разных типов, например сверло—зенкер, сверло—развертка, зенкер—развертка и др.
  - Для обработки ступенчатых отверстий применяют инструменты, являющиеся соединением однотипных инструментов (ступенчатые сверла, зенкеры, развертки и др.)

# Виды комбинированных инструментов



# параметры комбинированных инструментов

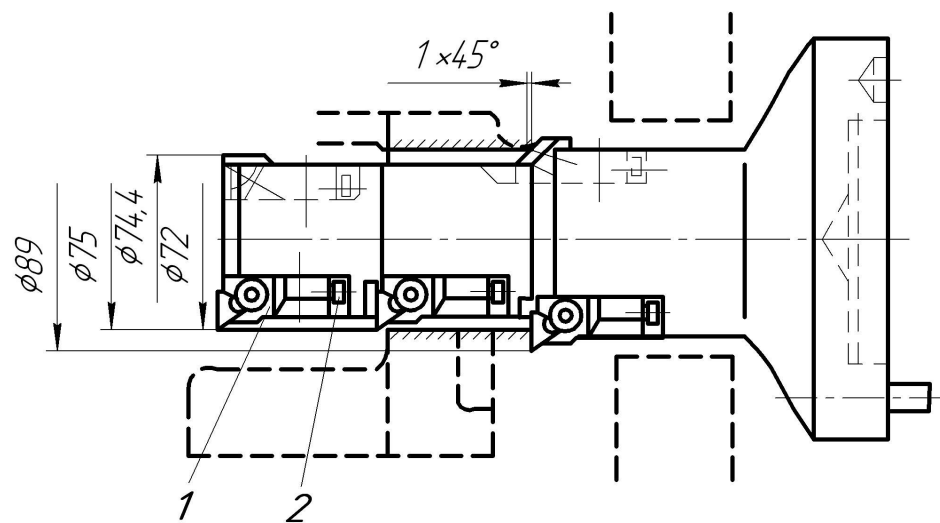
- Конструктивные и геометрические параметры комбинированных инструментов выбирают аналогично ранее рассмотренным инструментам соответствующего типа.
- Недостатком этих конструкций является сравнительно небольшое число переточек. Этот недостаток устраняется в конструкциях сборных комбинированных инструментов, которые состоят из набора простых инструментов.



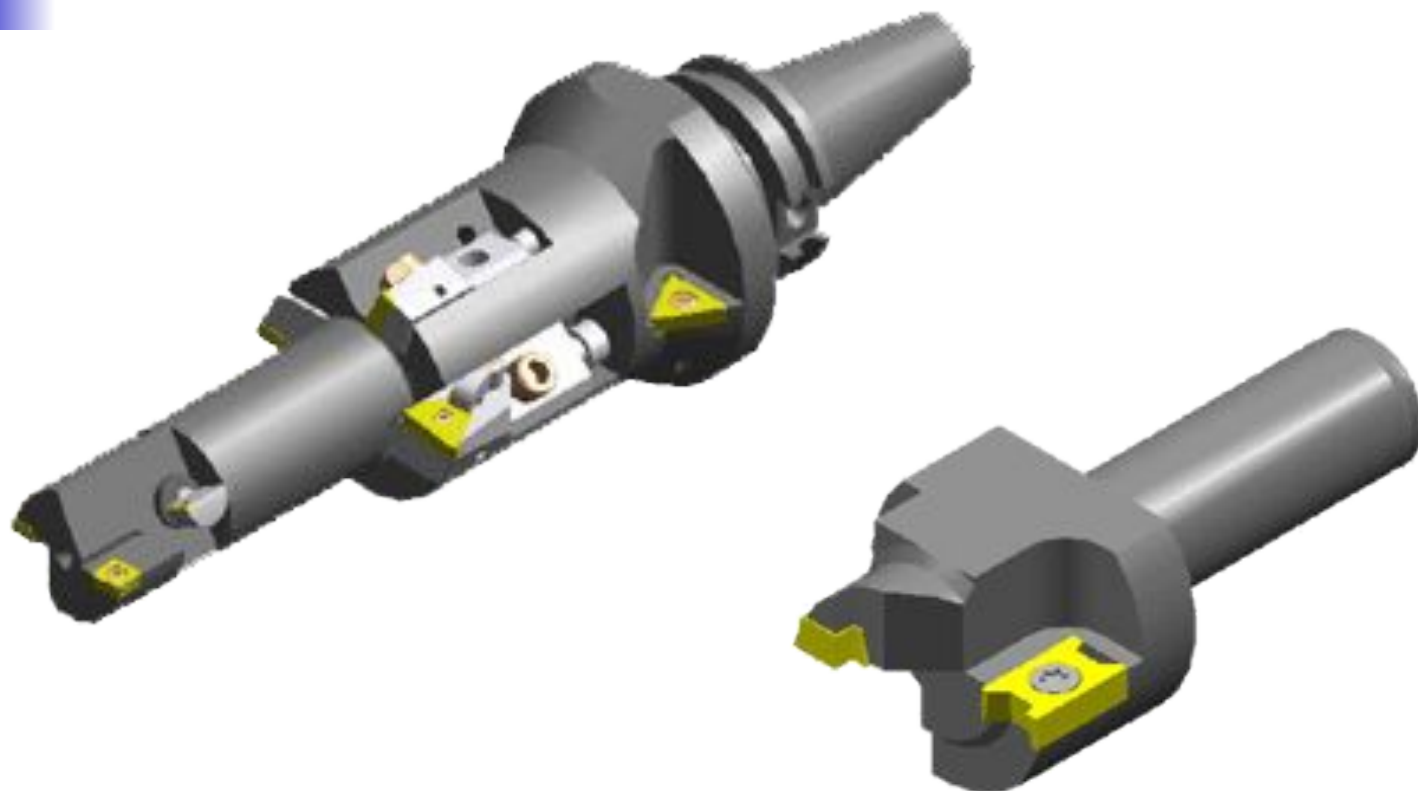
# комбинированная расточная головка для обработки ступенчатого отверстия

- В зависимости от размеров обрабатываемых отверстий используют как цельные инструменты, так и инструменты со вставными ножами.

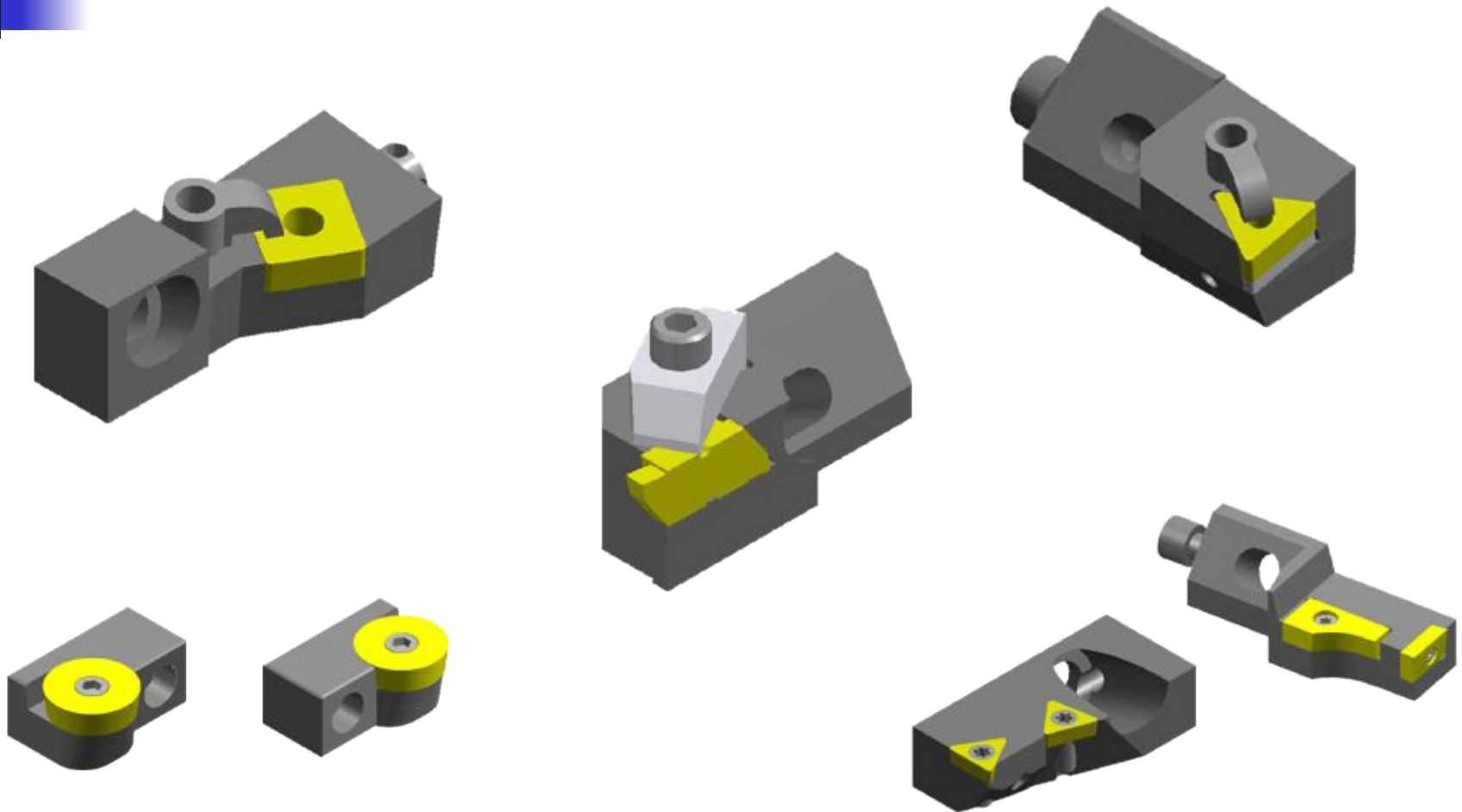
Головка оснащена специальными вставками **1**, на которых закреплены многогранные пластины. В зависимости от размеров и формы обрабатываемого отверстия державки могут иметь различную конструкцию. Из-за того, что на головке расположено обычно несколько вставок (в представленной конструкции их пять), соответственно увеличивается производительность обработки. В торец вставок ввернут установочный винт **2** для регулировки их установки в корпусе головки.



# Виды комбинированных инструментов



# Примеры вставных ножей

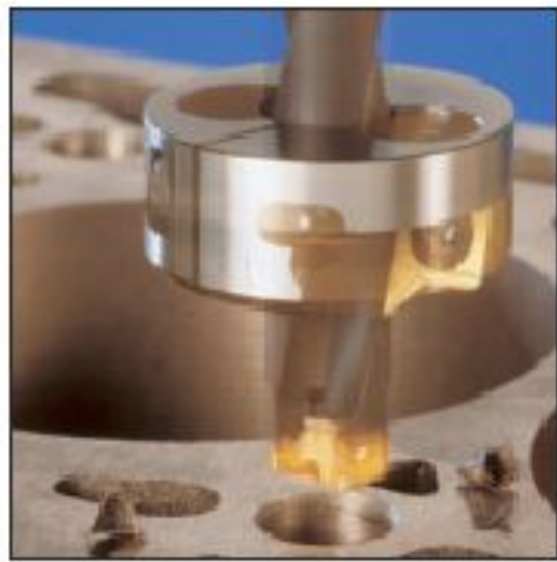
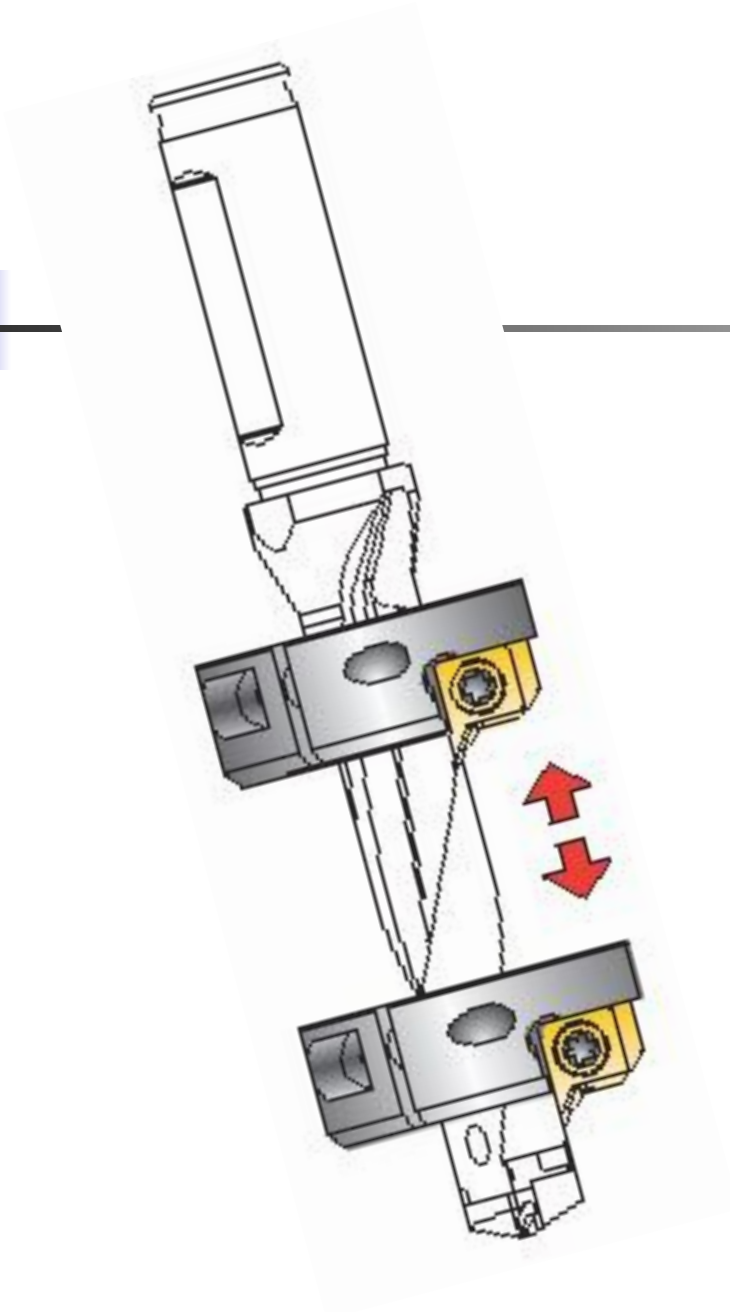
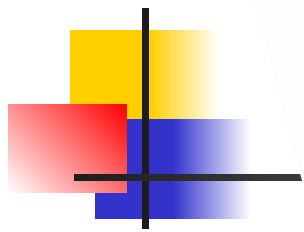


# Виды комбинированных инструментов



# Виды комбинированных инструментов





# Расточной инструмент



---

Для расточных операций применяют следующие типы инструментов:

- стержневые резцы с одной режущей кромкой;
- двусторонние пластинчатые резцы (резцы-блоки) с двумя или более режущими кромками;
- расточные головки с одной или несколькими режущими кромками.

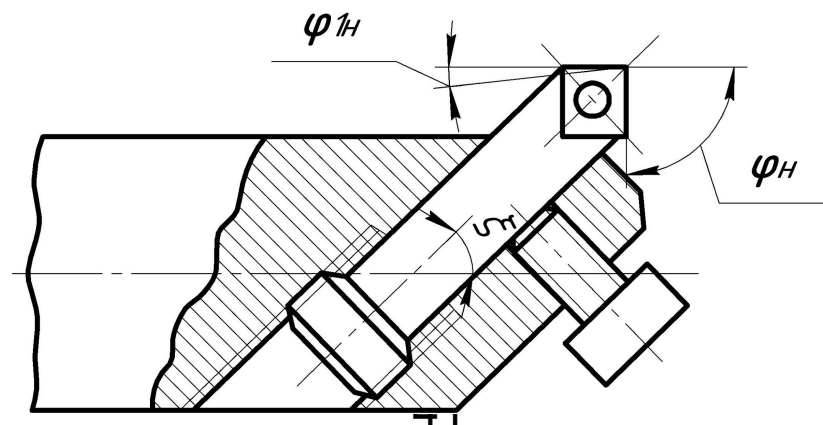
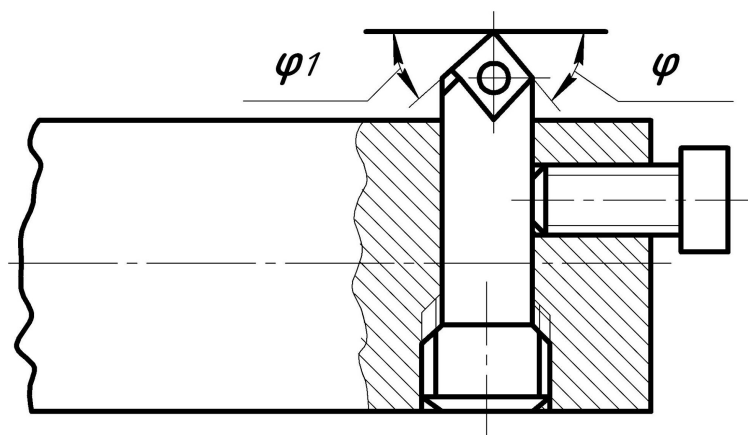
# Стержневые резцы с одной режущей кромкой

- Их применяют для растачивания отверстий как при вращающейся, так и при неподвижной заготовке. Резцы крепят непосредственно в суппорте стола или устанавливают на оправке. Резцы оснащают пластинами из быстрорежущей стали или твердого сплава, а также многогранными пластинами из твердого сплава с отверстием или без него.
  - Державки выполняют различной формы: круглой, квадратной, прямоугольной



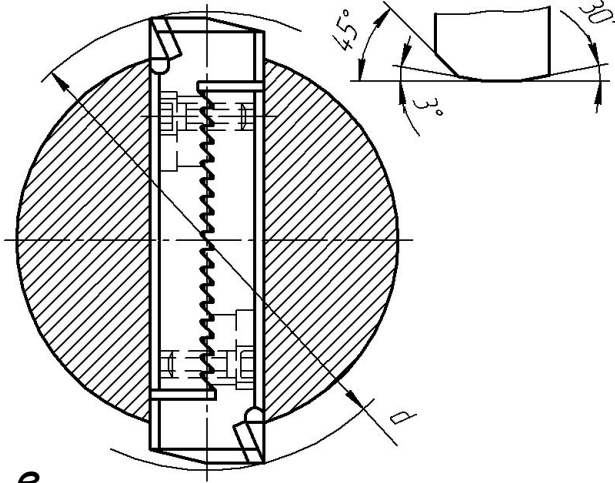
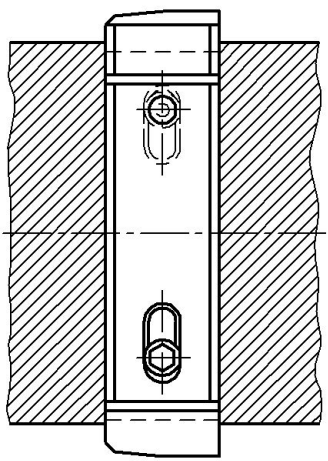
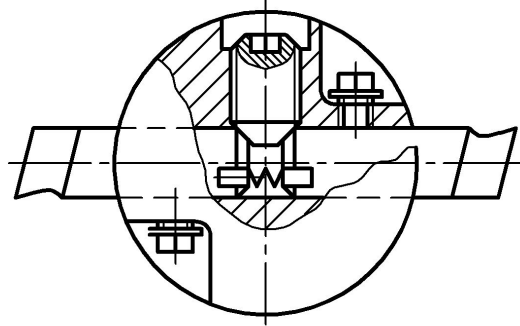
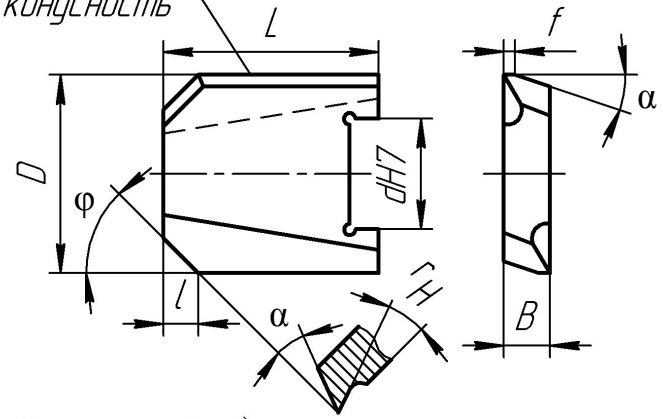
# Способы крепления расточных резцов в оправках

- При расположении резца относительно оси отверстия под некоторым углом углы в плане у резца меняются. Это надо учитывать при проектировании резца.

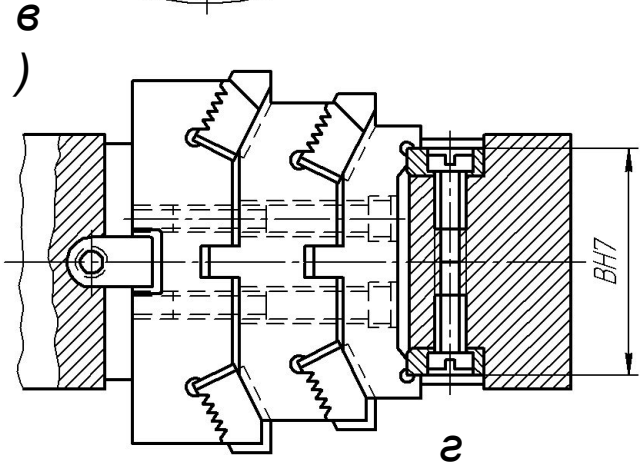




Обратная  
конусность

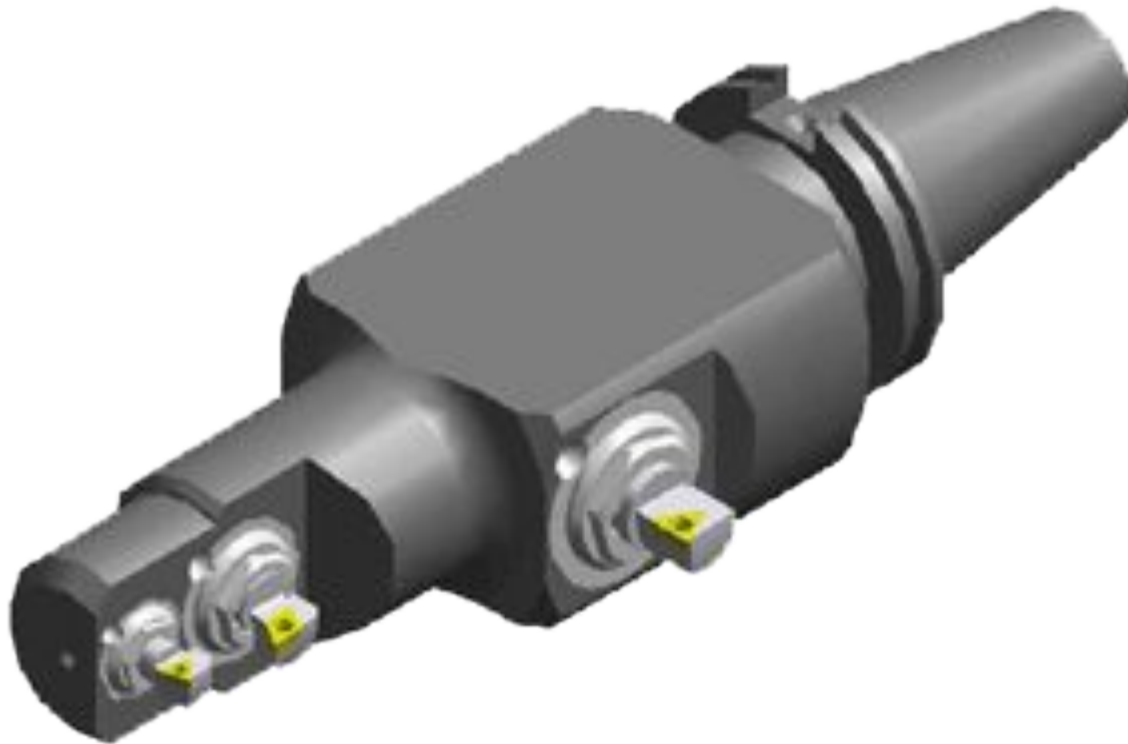


# двухсторонние резцы и блоки



# Пример расточного инструмента

---



# Примеры расточного инструмента

