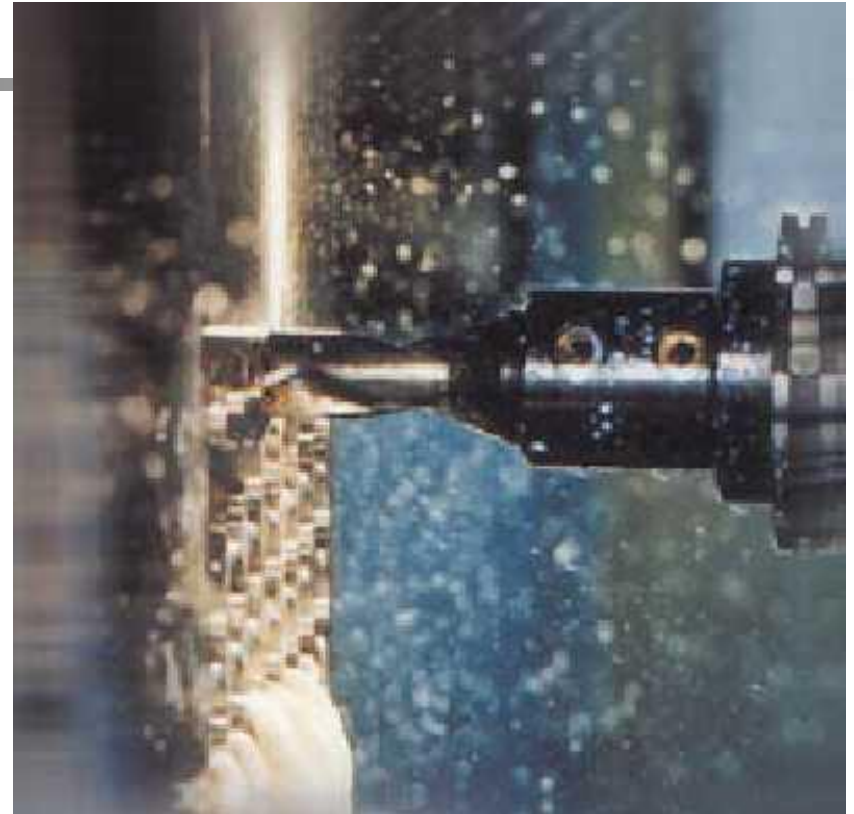
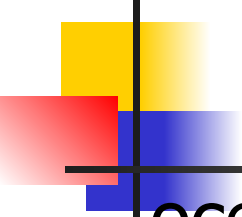


Инструменты для обработки отверстий

Часть 2

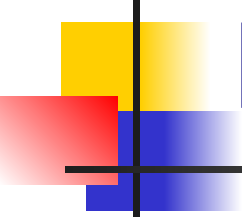




Зенкеры

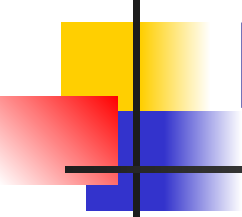
— осевой режущий инструмент, предназначенный для повышения точности формы отверстия, полученных после сверления, отливки,ковки, штамповки, а также для обработки торцовых поверхностей бабышек, выступов и др.

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

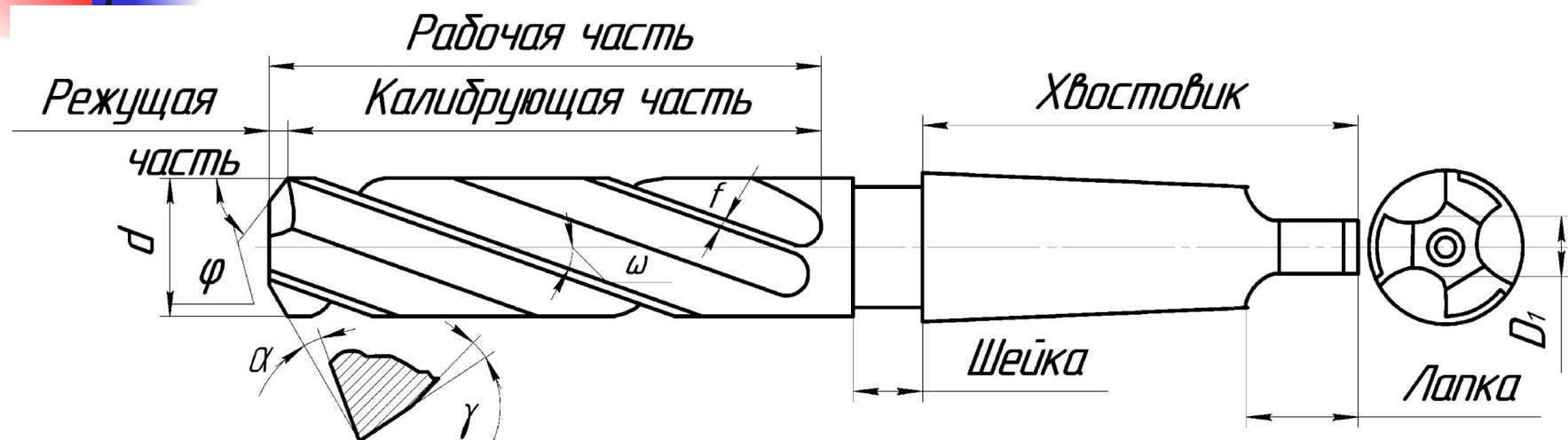
- Зенкеры изготавливают хвостовыми цельными, хвостовыми сборными со вставными ножами, насадными цельными и насадными сборными.
- Зенкеры делают из быстрорежущей стали или с пластинами твердого сплава, напаиваемыми на корпус зенкера или на корпус ножей у сборных конструкций.



Номенклатура зенкеров

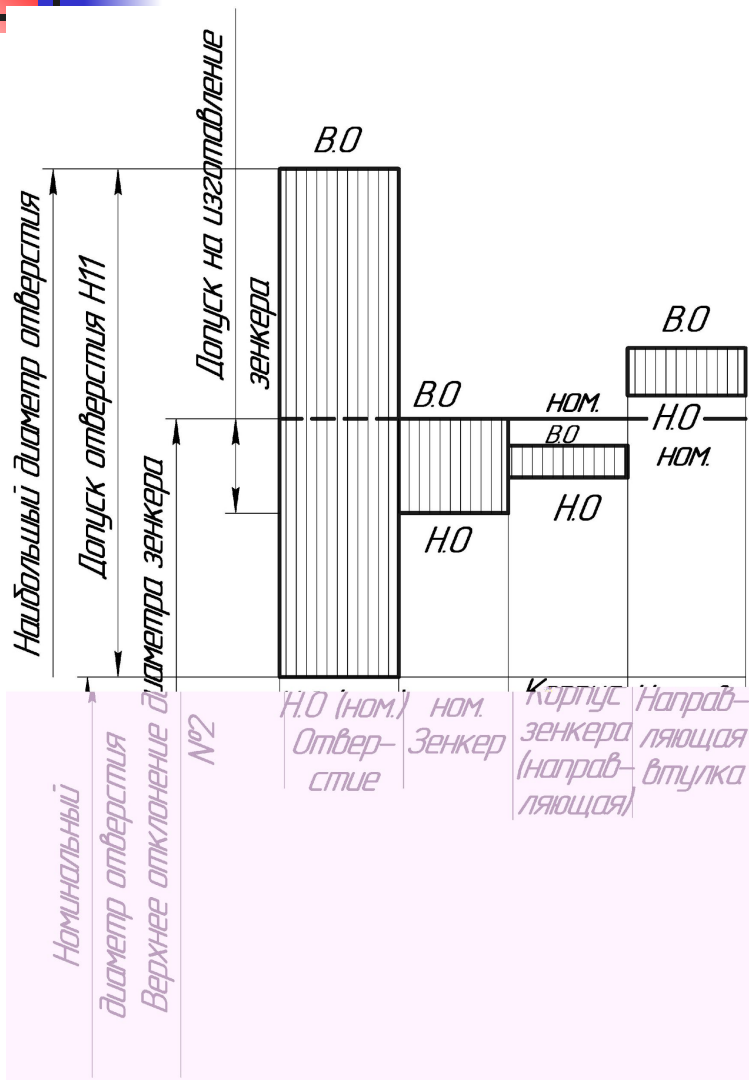
- *Зенкеры из быстрорежущей стали* изготавливают хвостовыми цельными диаметрами от 10 до 40 мм, хвостовыми сборными со вставными ножами диаметром от 32 до 80 мм, насадными цельными диаметром от 25 до 60 мм и насадными сборными диаметром от 40 до 120 мм
- Хвостовые зенкеры делают сварными — рабочая часть 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

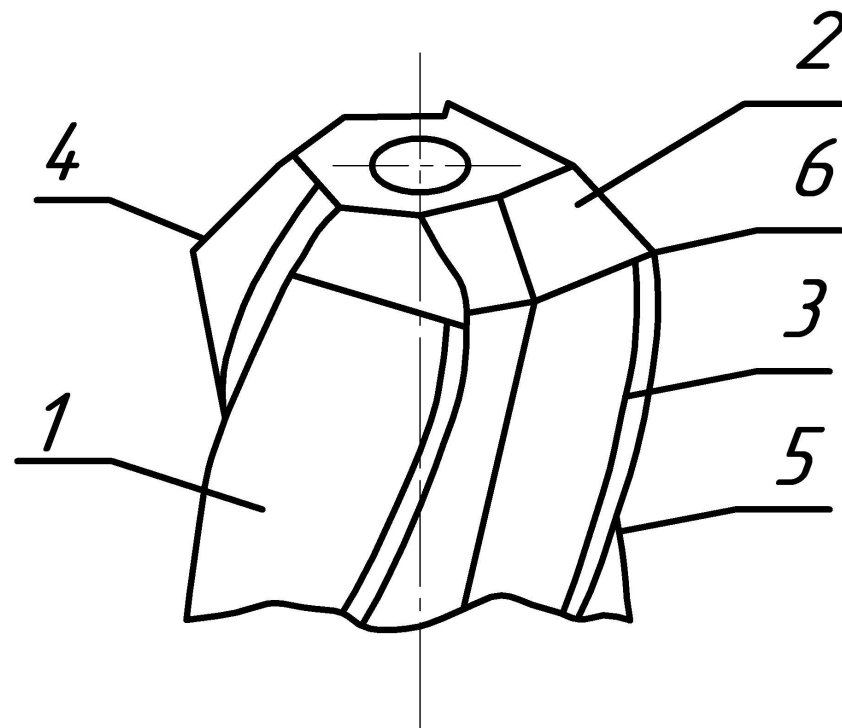
Схема построения допусков на наружный диаметр зенкера



- BO — верхнее отклонение,
- HO — 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;



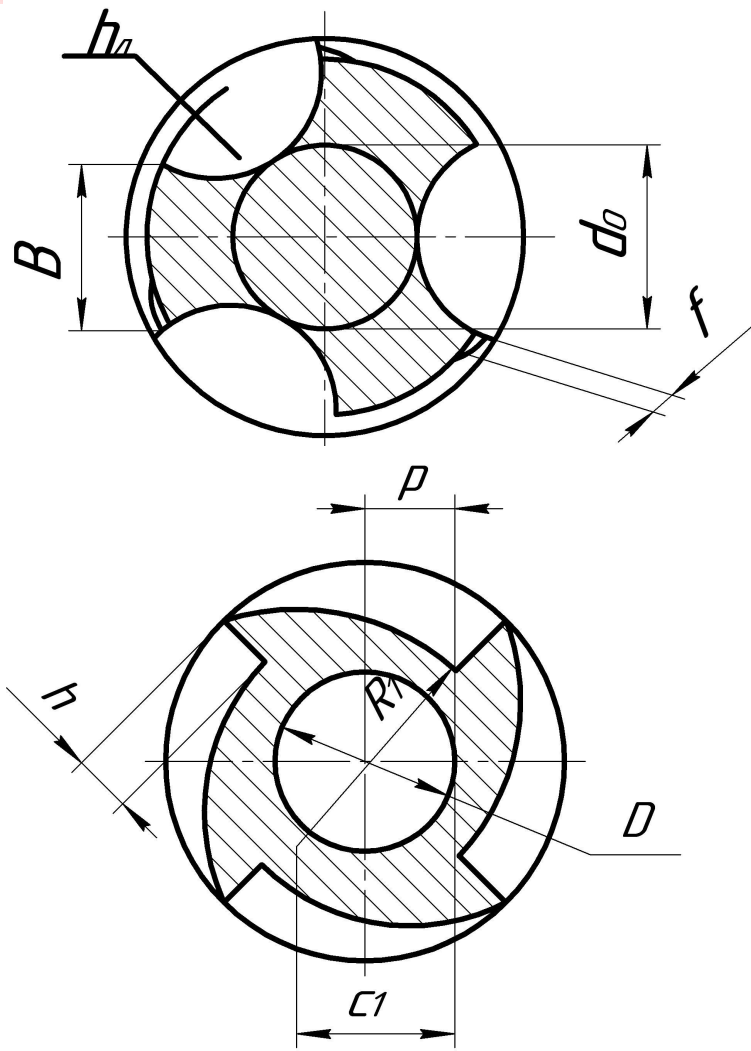
Конструктивные элементы зенкера

- 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.

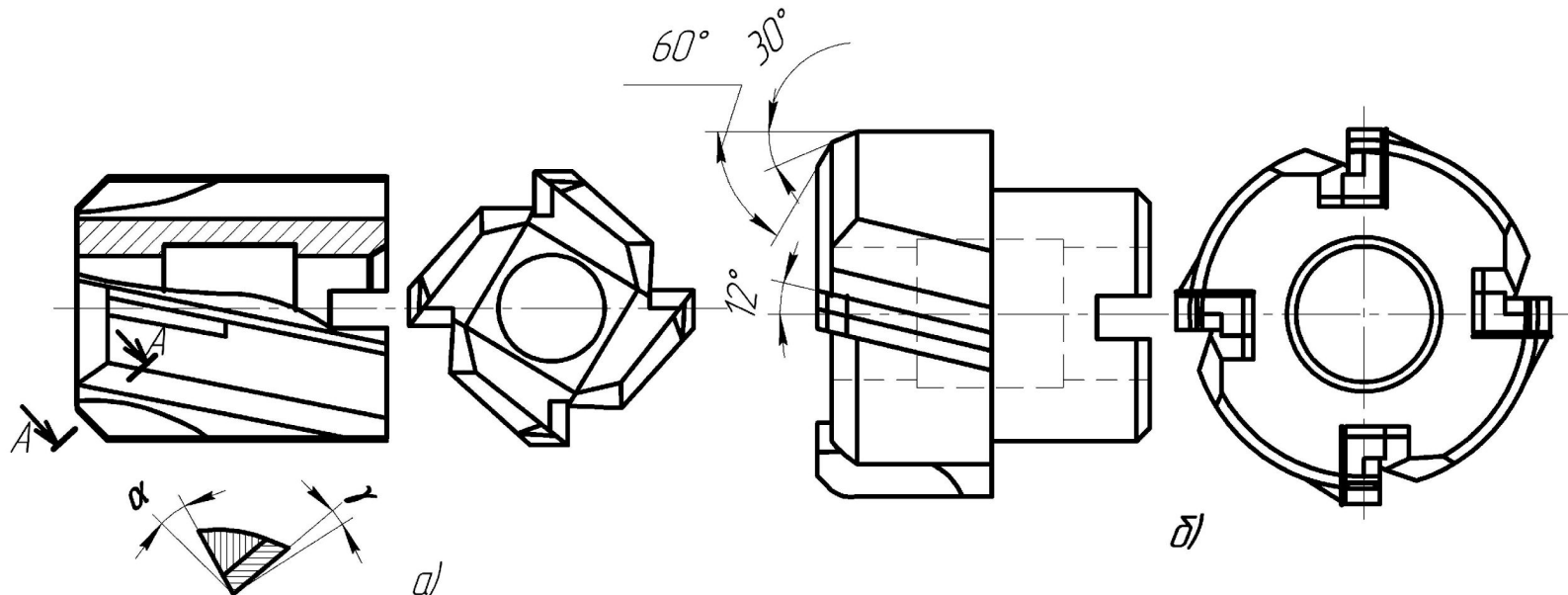
Конструктивные элементы зенкера



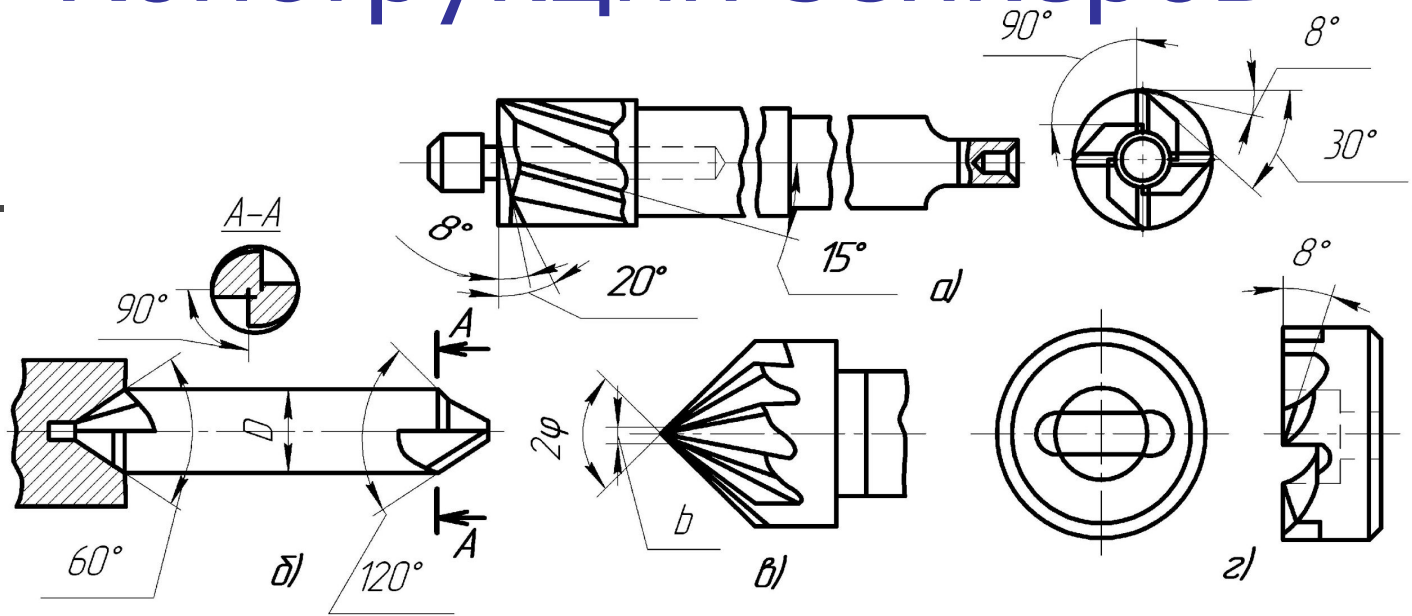
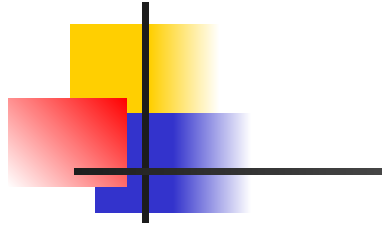
- Хвостовые цельные зенкеры имеют три зуба
- Насадные цельные — четыре.
- Формы профиля поперечного сечения зенкера, имеющего три и четыре зуба, показаны на рисунках.

Насадные зенкеры

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

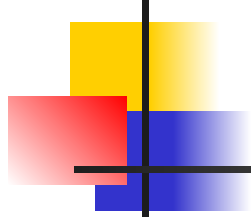


Конструкции зенкеров



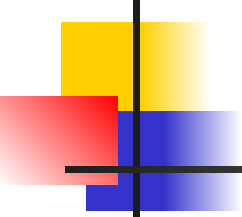
- а) - зенкер для цилиндрических углублений (цековка),
- б) - зенковка,
- в) - коническая зенковка,
- г) - зенкер для зачистки торцевых поверхностей

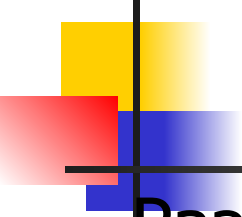
Зенковки



- *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

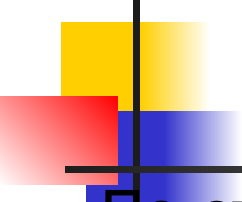
- 
- **Развертка** — осевой режущий инструмент для повышения точности формы и размеров отверстия и снижения шероховатости поверхности.
 - Предназначена для предварительной и окончательной обработки отверстий с полями допуска по 6 — 11-му квалитетам и с параметром шероховатости поверхности $R_a = 2,5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



Назначение разверток

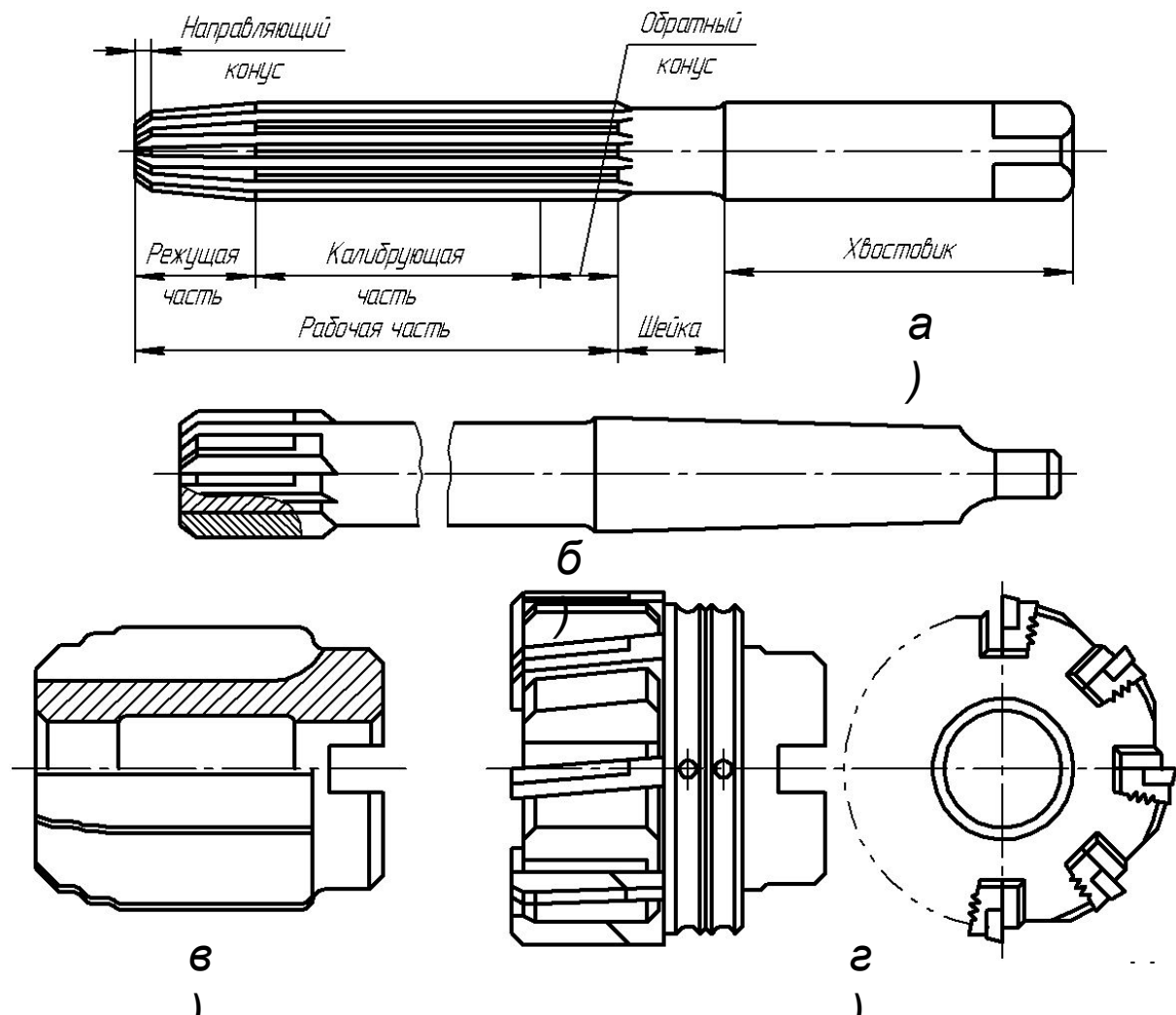
- Развертки для предварительной обработки выполняют с полем допуска V8, допуск на развертки для окончательной обработки устанавливают в зависимости от допуска на обрабатываемое отверстие.
- В процессе работы развертки повышают точность и качество обработки отверстий. Их обычно используют для обработки 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.

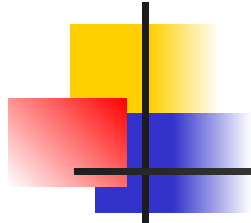
- а) - ручная с цилиндрическим хвостовиком,
б) - машинная цельная с коническим хвостовиком,
в) - машинная цельная насадная, г) - машинная
сборная со вставными ножами, оснащенными
пластинами из твердого сплава



Конструктивные элементы разверток

- Рабочая часть разверток состоит из режущей и калибрующих 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 $5—45^\circ$.

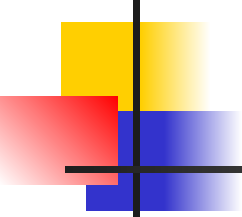
Конструктивные элементы разверток



- 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

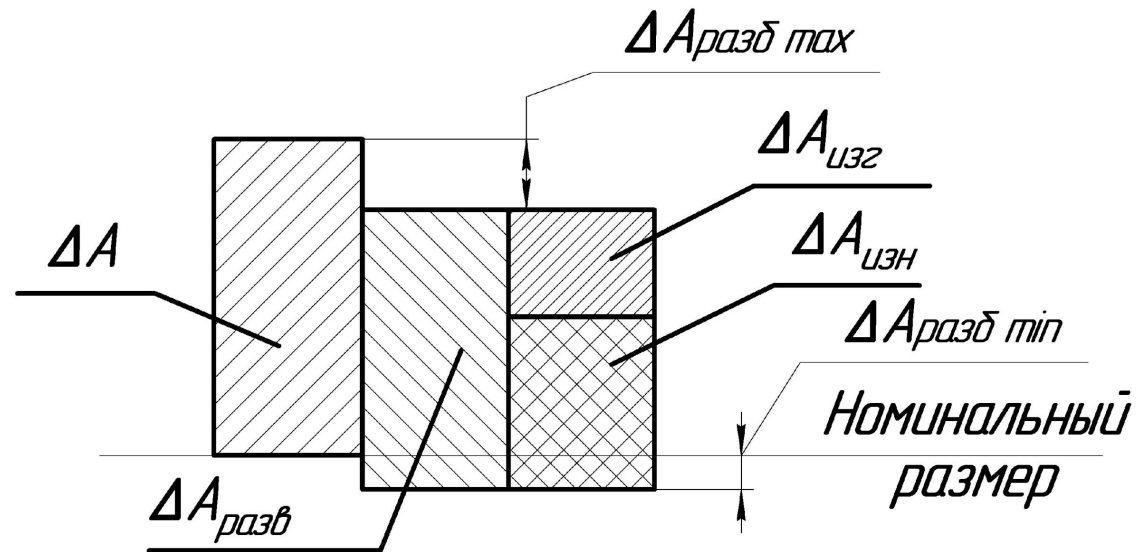
- Калибрующую часть у разверток на длине 0,5...0,4 рабочей части делают цилиндрической, далее делают для уменьшения разбивки отверстия обратную конусность.
- У ручных разверток обратная конусность равна 0,010...0,015 мм на 100 мм длины, у машинных - 0,04...0,10 мм на 100 мм длины. Передний угол у разверток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



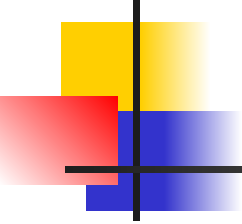
диаметр развертки

- 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.

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



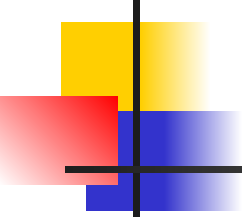
- После окончательного изнашивания диаметр перешлифованной развертки может быть меньше диаметра отверстия на величину минимальной разбивки, так как из-за наличия ее будет обеспечиваться размер отверстия, не выходящий за пределы допусков.
- Поэтому запас на изнашивание развертки при обработке отверстий 5-го качества точности $\Delta A_{изн} \sim 0,60 \Delta A$, при обработке отверстий 7-го качества точности $\Delta A_{изн} \sim 0,55 \Delta A$, при обработке отверстий 8-го качества 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

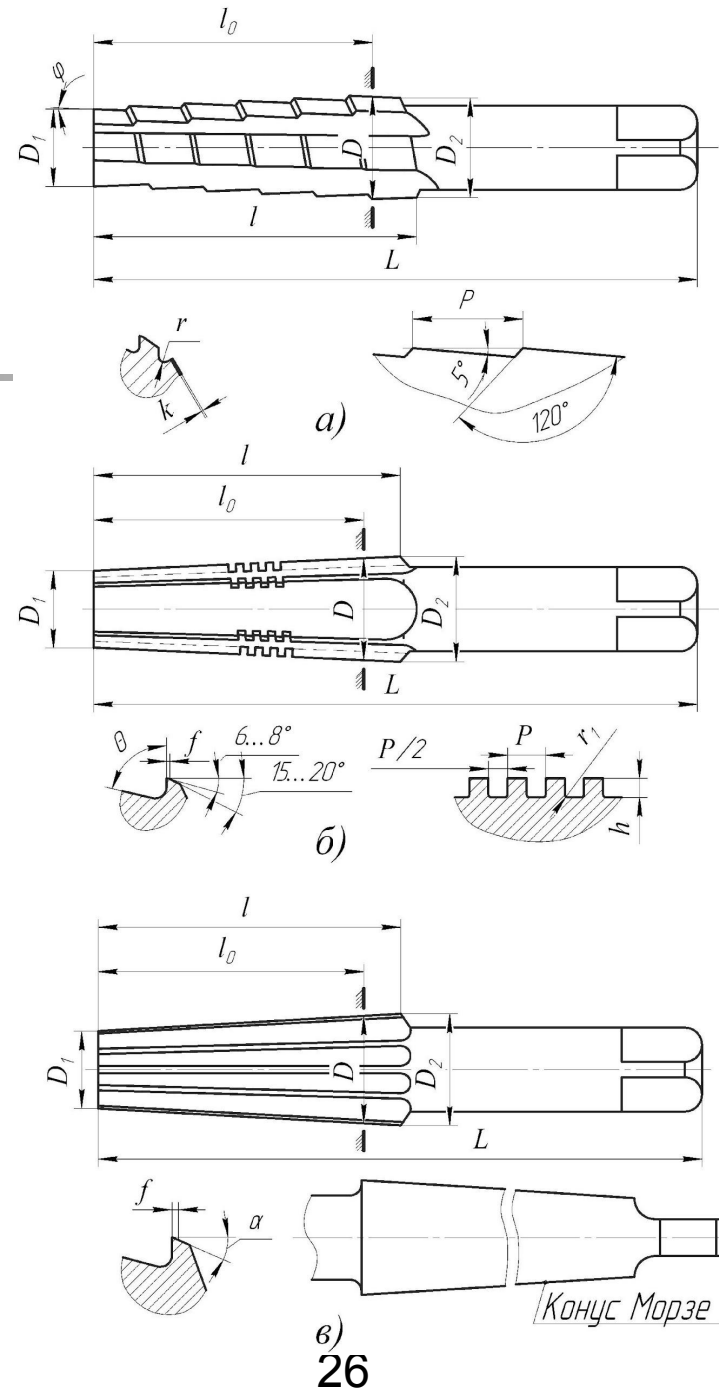
- 
- Большинство разверток изготавливают с прямым зубом
 - Окружной шаг зубьев делают равномерным и неравномерным.
 - Применение разверток с неравномерным шагом улучшает качество обработанных отверстий (*снижает шероховатость поверхности, уменьшает их гранность*).
 - Для удобства измерения развертки, 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.

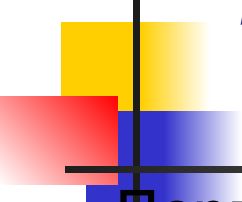
Число и направление зубьев

- 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 ω 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

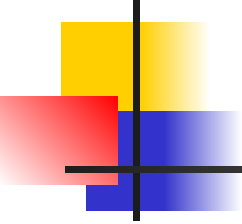
- Их применяют для превращения цилиндрического отверстия в коническое или для калибрования конического отверстия, предварительно обработанного другим инструментом
- Для получения отверстий под конус Морзе (из цилиндрического) обычно применяют комплекты разверток из трех или двух штук.





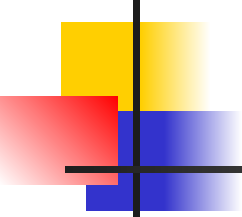
Комплект конических разверток

- 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

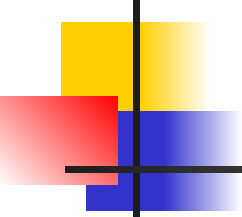
- Конические развертки обычно делают с равномерным шагом.
- При получении отверстия конусность 1:30 из подготовленного цилиндрического отверстия требуется удаление меньшего слоя металла, и поэтому применяют две развертки (вторую и третью).
- При обработке отверстий конусностью 1:50 и развертывании ранее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



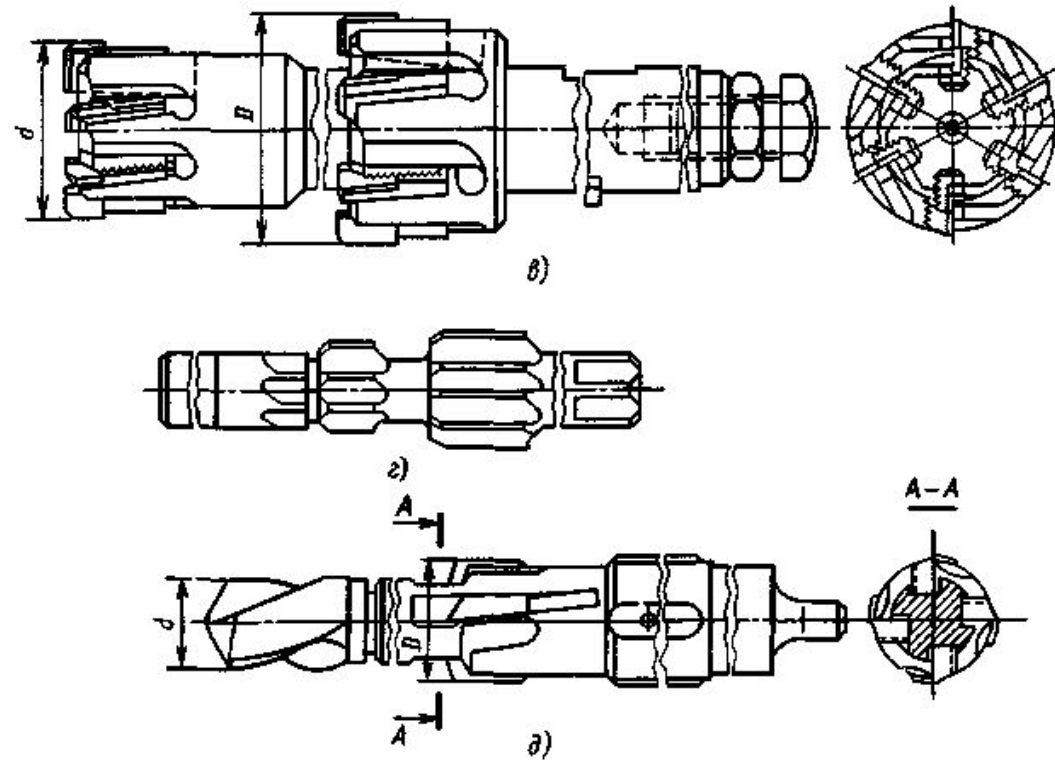
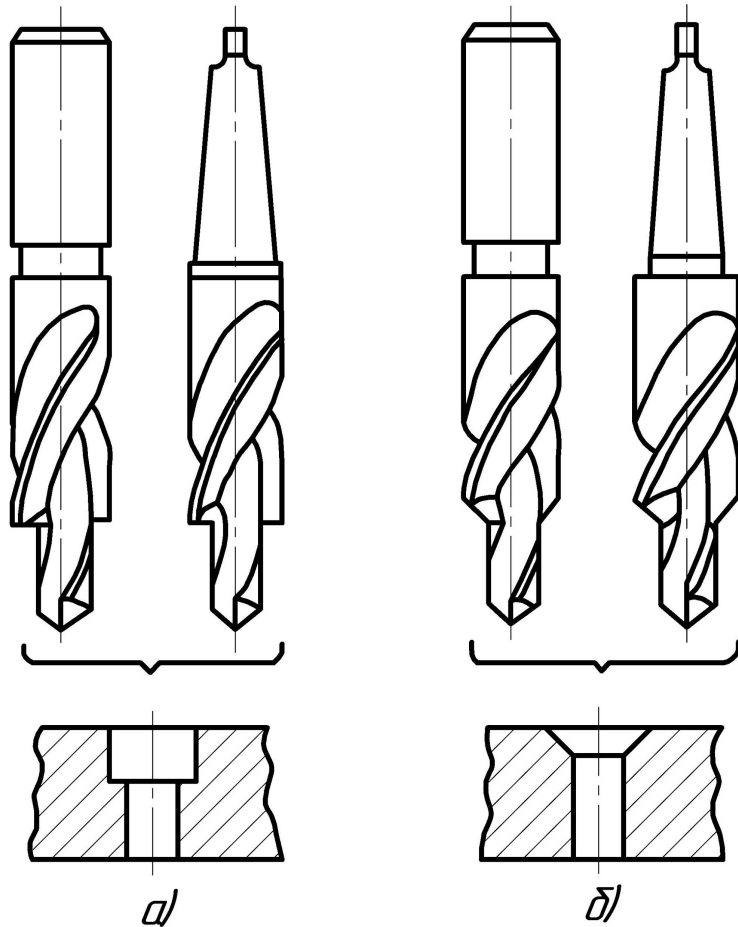
Комбинированные инструменты для обработки отверстий

- 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



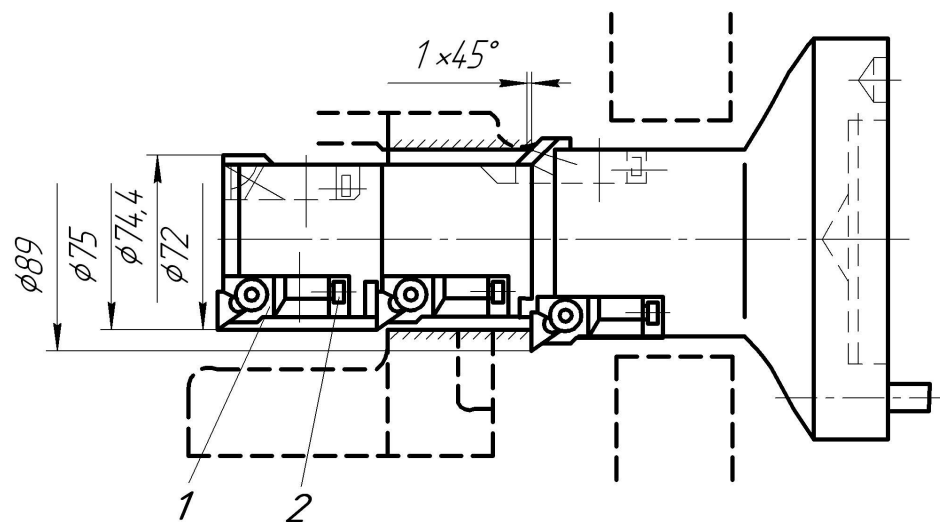
параметры комбинированных инструментов

- 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.

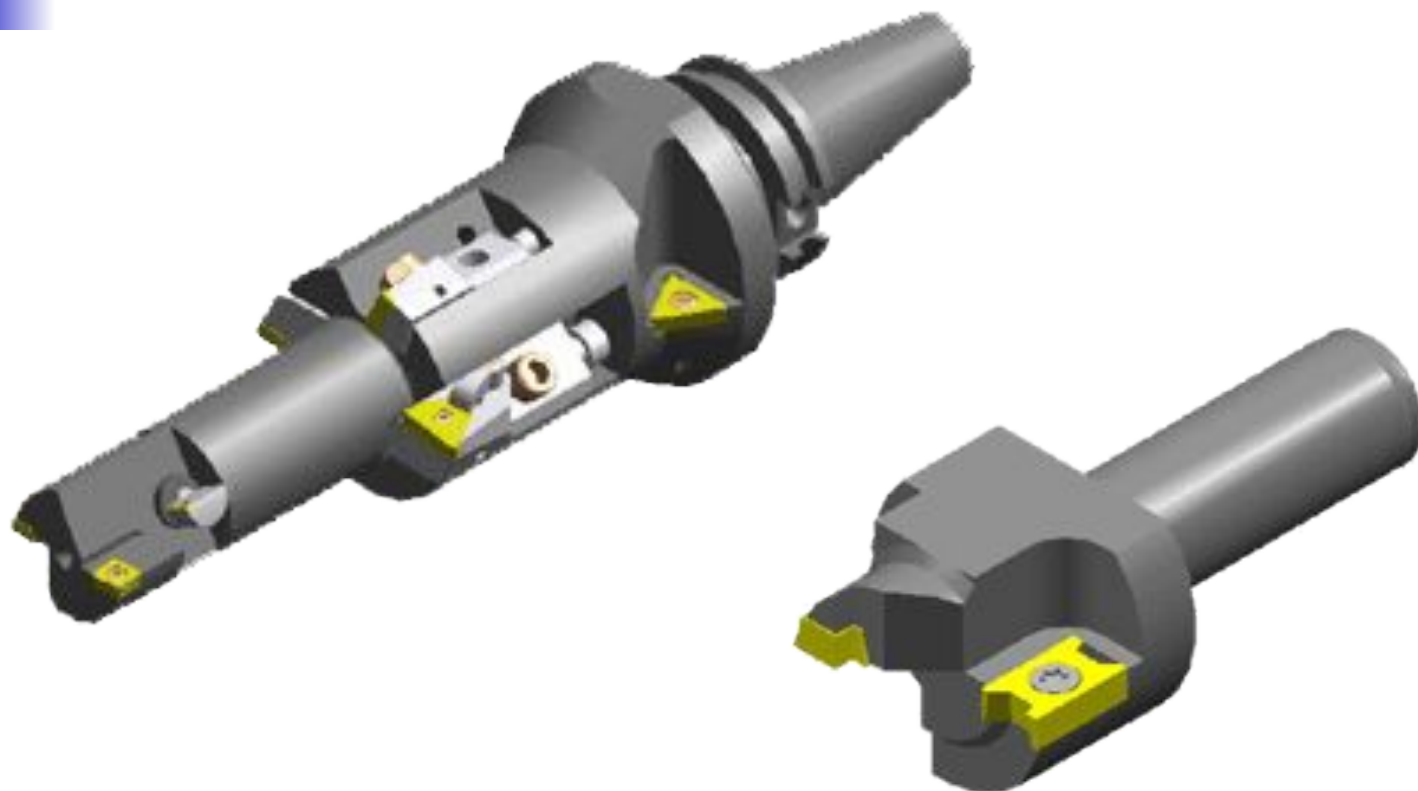
комбинированная расточная головка для обработки ступенчатого отверстия

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

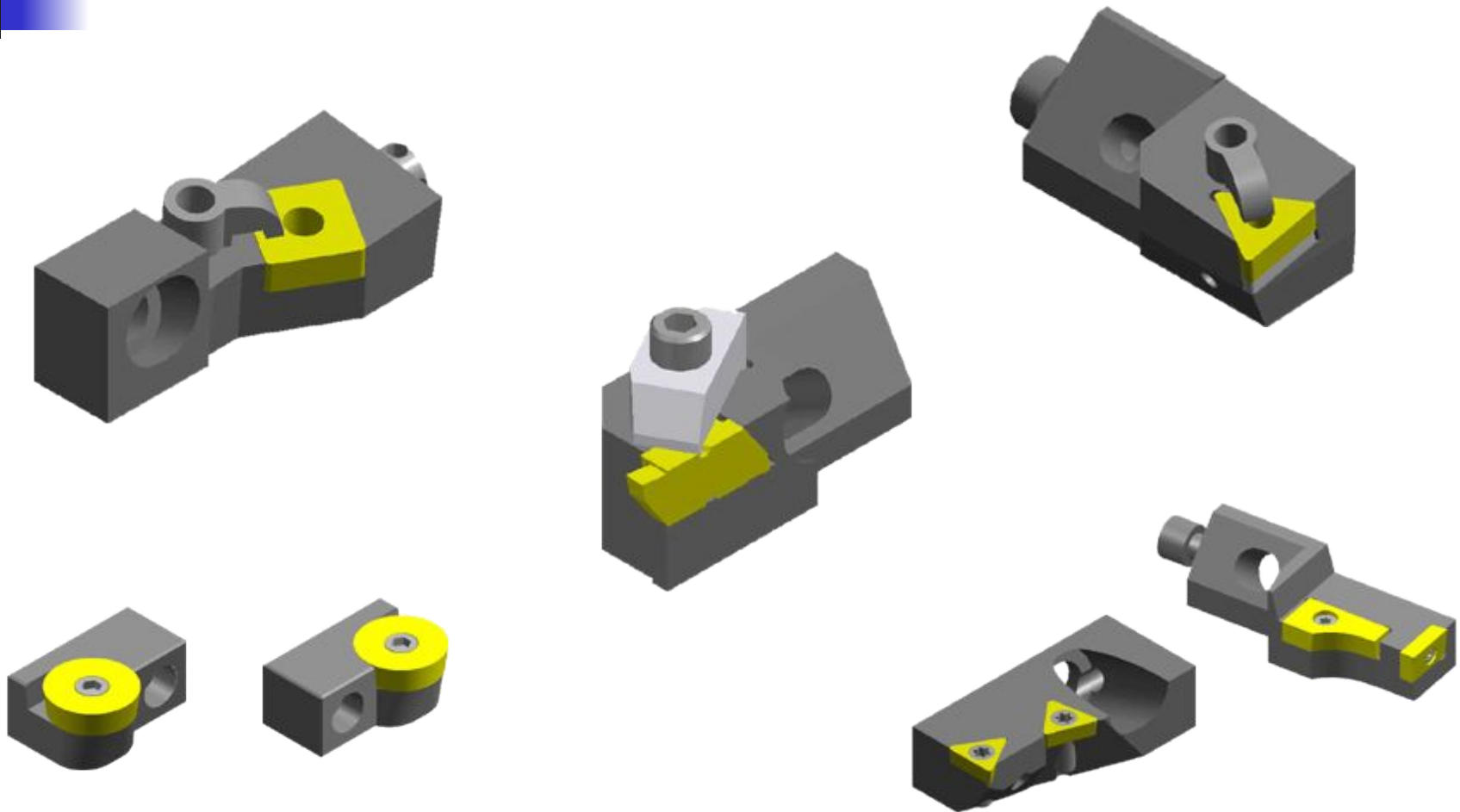
Головка оснащена специальными вставками **1**, на которых закреплены многогранные пластины. В зависимости от размеров и формы обрабатываемого отверстия державки могут иметь различную конструкцию. Из-за того, что на головке расположено обычно несколько вставок (в представленной конструкции их пять), соответственно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



Виды комбинированных инструментов



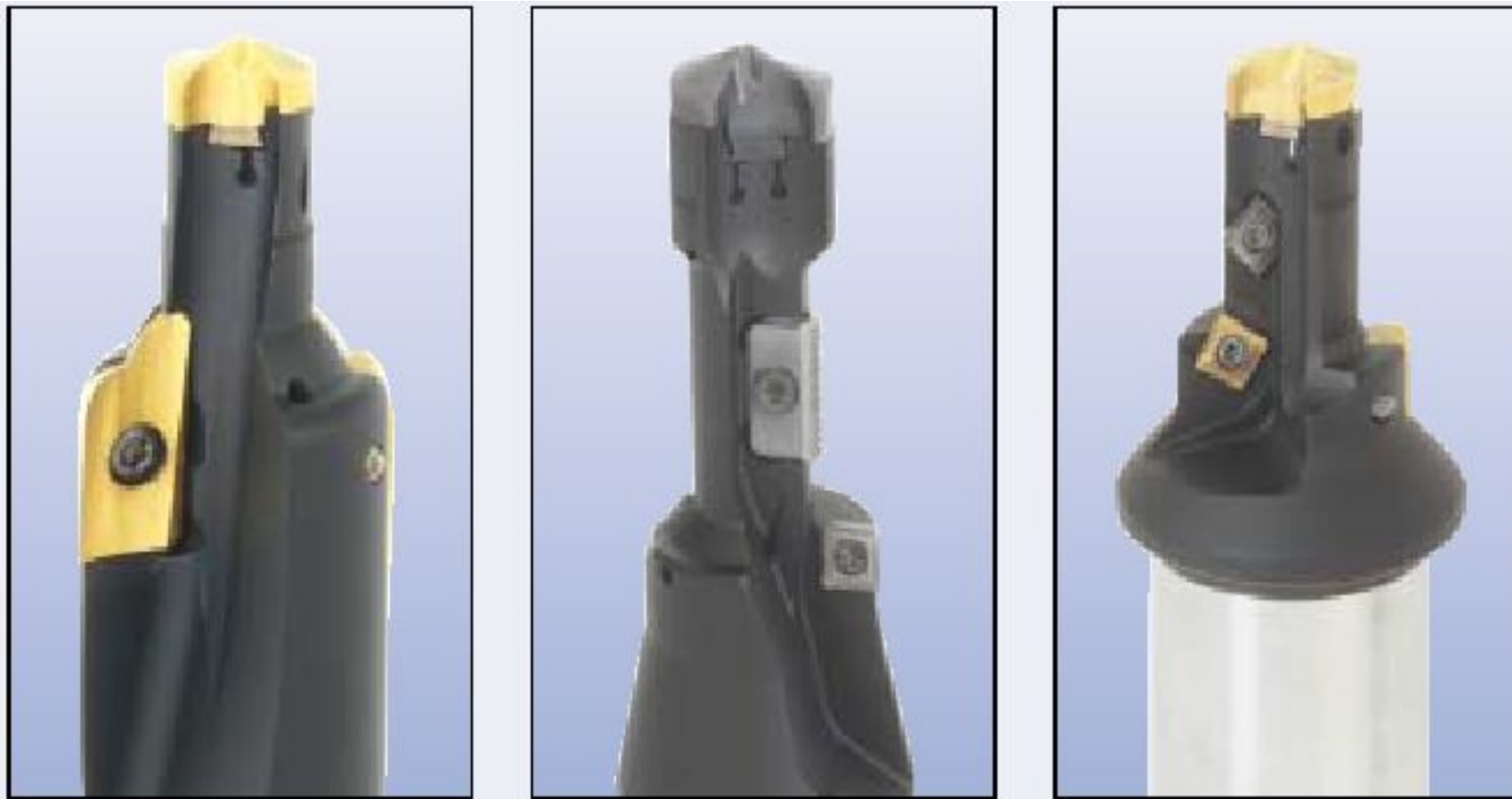
Примеры вставных ножей

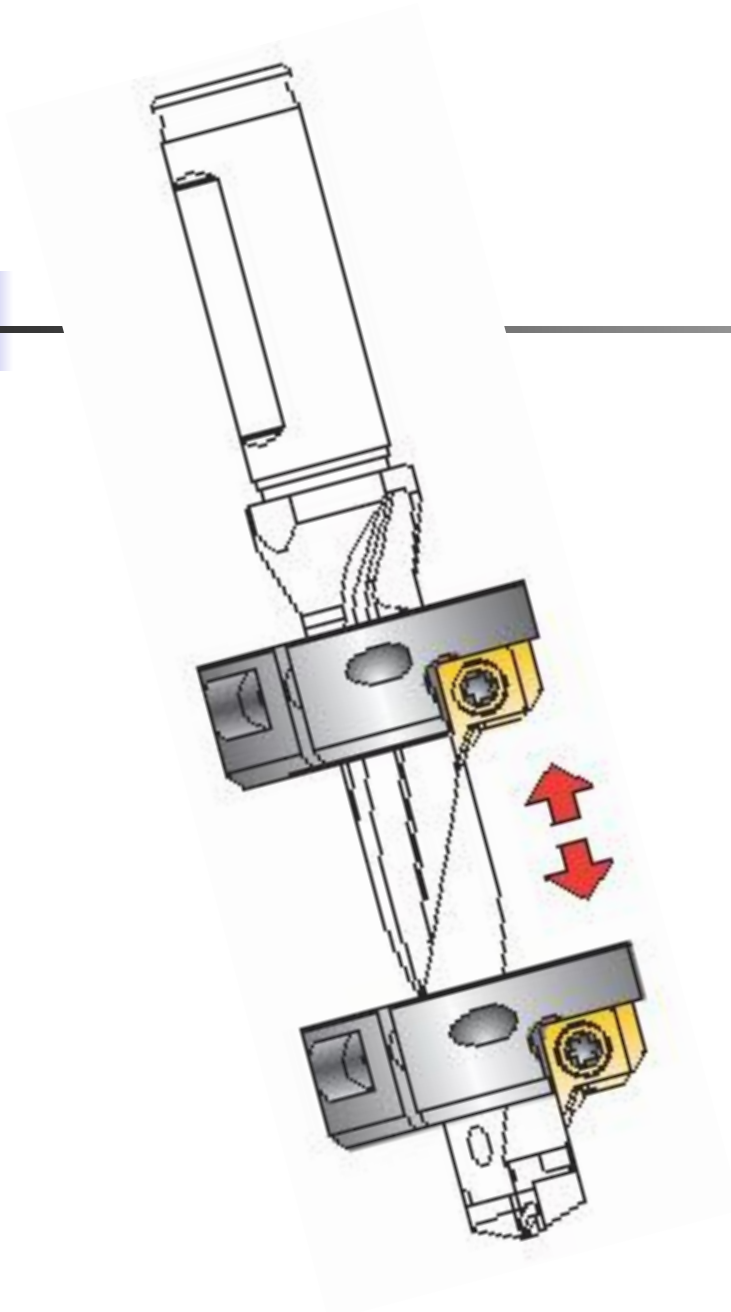
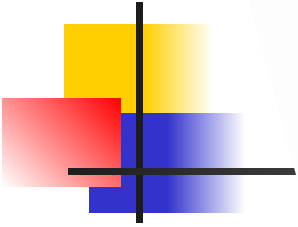


Виды комбинированных инструментов

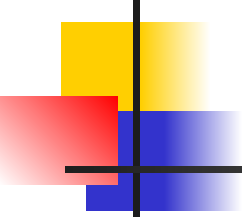


Виды комбинированных инструментов



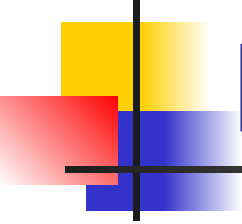


Расточной инструмент



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.

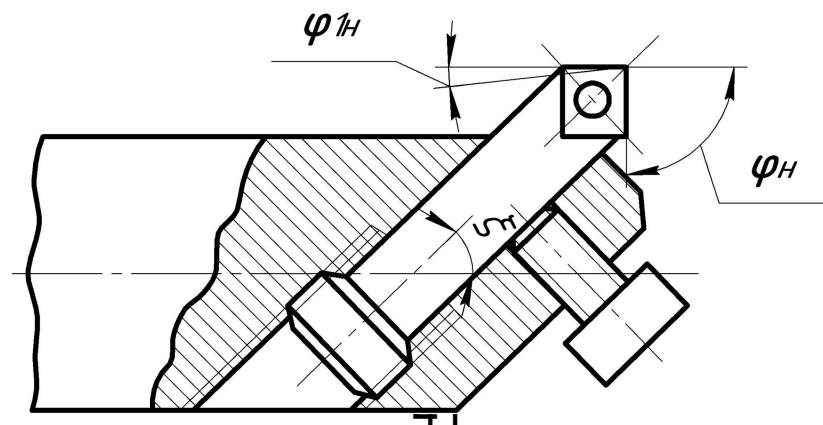
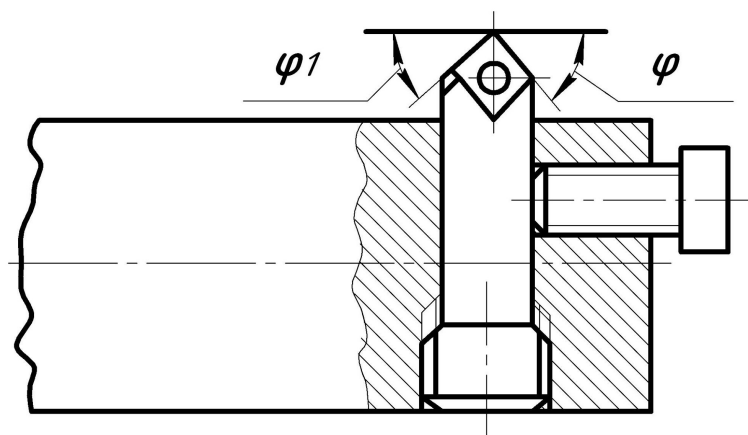


Стержневые резцы с одной режущей кромкой

- 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

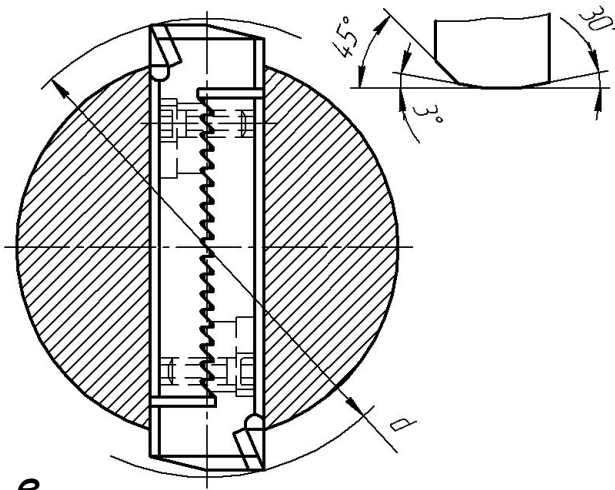
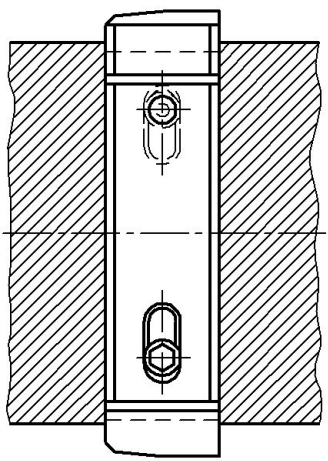
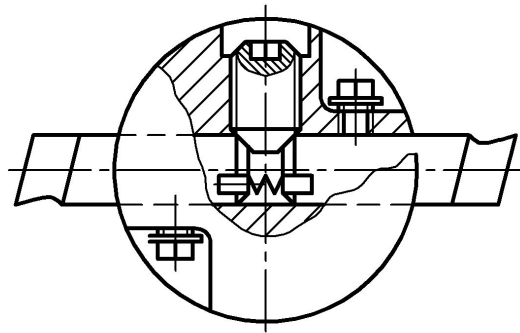
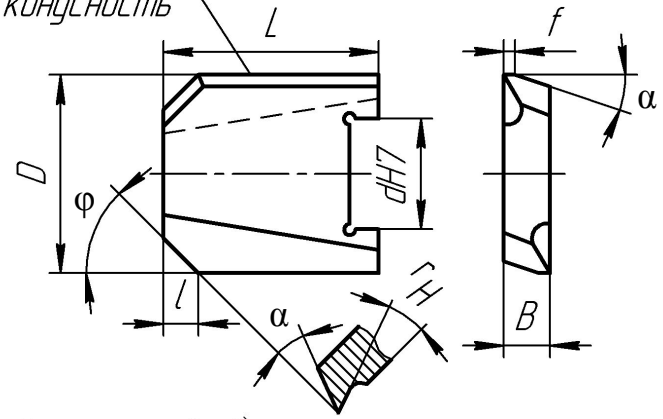
Способы крепления расточных резцов в оправках

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

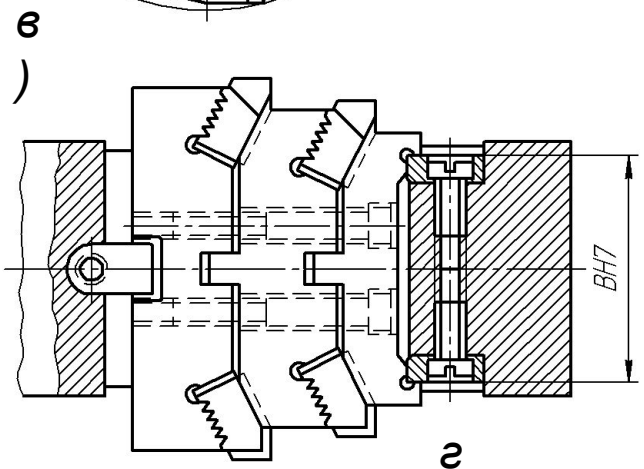




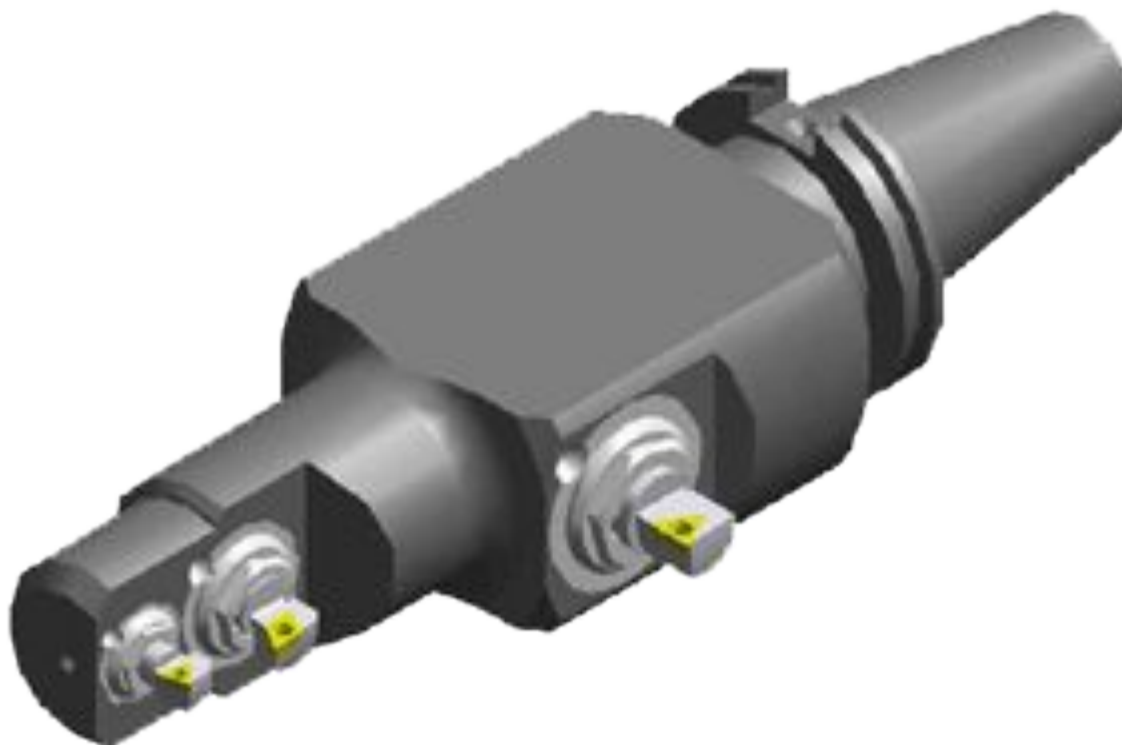
Обратная
конусность



двухсторонние
резцы и блоки



Пример расточного инструмента



Примеры расточного инструмента

