

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет ИТМО»

ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

Лекция 8

Преподаватель: Помпеев Кирилл Павлович
канд. техн. наук, доцент ФСУиР
e-mail: kir-pom@mail.ru, kppompeev@itmo.ru

Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

Характеристика метода сверления

Сверление – распространенный метод получения отверстий в сплошном материале.

Сверлением получают сквозные и несквозные (глухие) отверстия и обрабатывают предварительно полученные отверстия в целях увеличения их размеров, повышения точности и снижения шероховатости поверхности.

Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

Характеристика метода сверления

Сверление осуществляют при сочетании:

- вращательного движения инструмента вокруг оси – главного движения резания;
- и поступательного его движения вдоль оси – движения подачи.

Оба движения на сверлильном станке сообщают инструменту.

Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

Характеристика метода сверления

Процесс резания при сверлении протекает в более сложных условиях, чем при точении.

В процессе резания затруднены отвод стружки и подвод охлаждающей жидкости к режущим кромкам инструмента.

При отводе стружки происходит трение ее о поверхность канавок сверла и сверла о поверхность отверстия.

Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

Характеристика метода сверления

В результате повышаются деформация стружки и тепловыделение.

На увеличение деформации стружки влияет изменение скорости главного движения резания вдоль режущей кромки от максимального значения на периферии сверла до нулевого значения у центра.

Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

Характеристика метода сверления

За скорость главного движения резания при сверлении принимают окружную скорость точки режущей кромки, наиболее удаленной от оси сверла, м/мин:

$$V = \pi D n \cdot 10^{-3},$$

где D – наружный диаметр сверла, мм; n – частота вращения сверла, об/мин.

Подача S_B (мм/об) равна осевому перемещению сверла за один оборот.

Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

Характеристика метода сверления

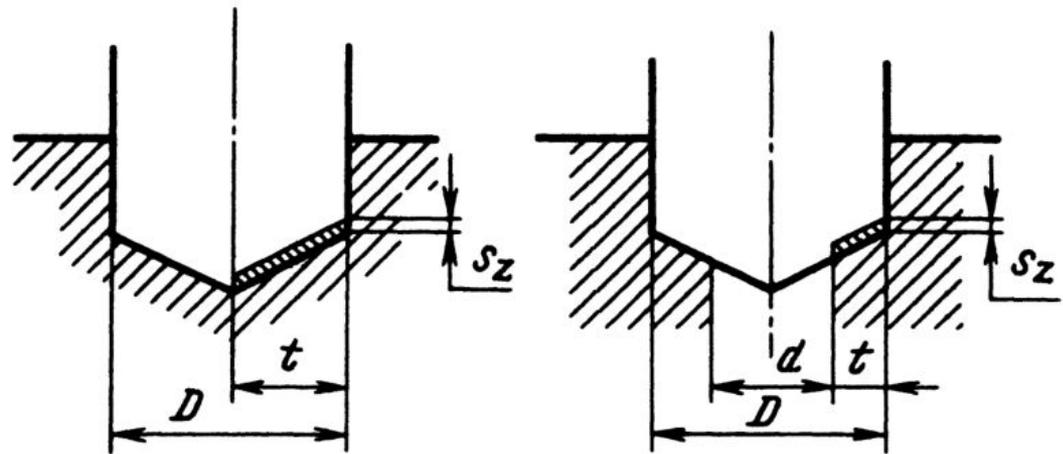
За глубину резания при сверлении отверстий в сплошном материале принимают половину диаметра сверла, мм:

$$t = D / 2,$$

а при рассверливании

$$t = (D - d) / 2,$$

где d – диаметр обрабатываемого отверстия, мм.



Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

Типы сверлильных станков

Сверлильные станки делят на несколько типов:

- настольно-сверлильные;
- вертикально-сверлильные;
- радиально-сверлильные;
- горизонтально-сверлильные.

Настольно-сверлильные станки выпускают для сверления отверстий диаметром до 16 мм.

Вертикально-сверлильные и горизонтально-сверлильные станки предназначены для сверления отверстий диаметром до 100 мм.

Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

Типы сверлильных станков

Горизонтально-сверлильные станки предназначены для получения глубоких отверстий специальными сверлами.

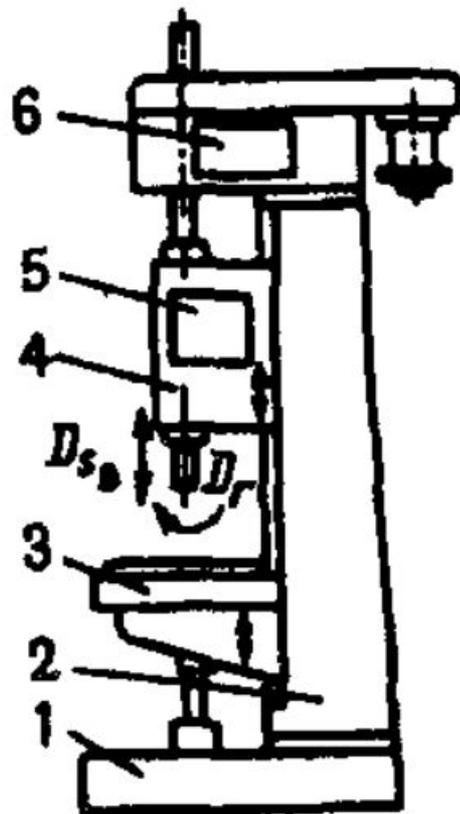
Широкая универсальность сверлильных станков позволяет использовать их во всех отраслях промышленности.

Для обработки заготовок с большим числом отверстий целесообразно использовать вертикально-сверлильные станки с ЧПУ.

Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

Конструкция вертикально-сверлильного

станка



1 – фундаментная
плита;

2 – колонна;

3 – стол;

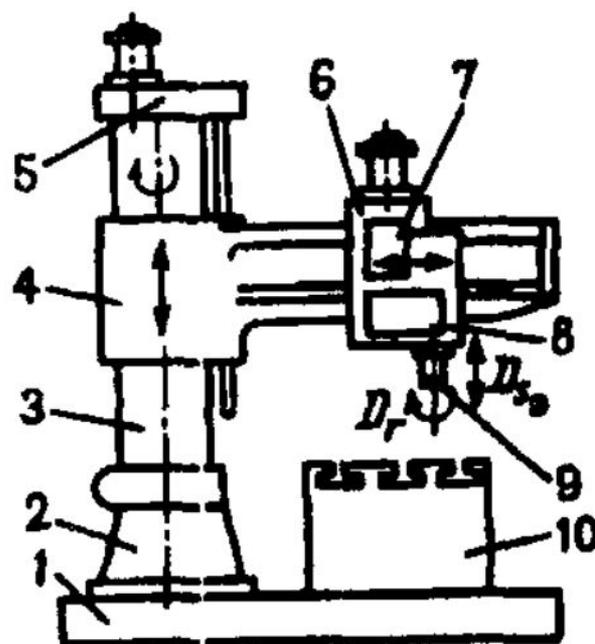
4 – кронштейн;

5 – коробка подач
инструмента;

6 – коробка скоростей

Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

Конструкция радиально-сверлильного станка



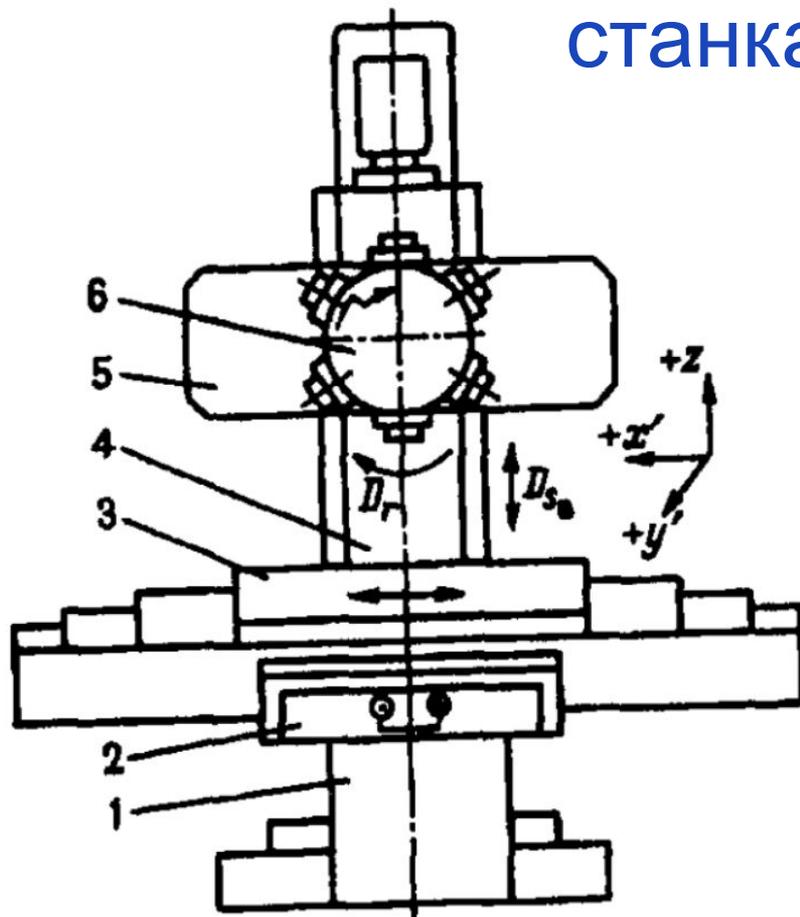
1 – фундаментная плита;
 2 – колонна;
 3 – поворотная гильза;
 4 – траверса;
 5 – механизм вертикального перемещения траверсы;

7 – коробка скоростей;
 9 – шпиндель;

8 – коробка поддиагональная
 10 – стол головка;

Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

Конструкция вертикально-сверлильного станка с ЧПУ



- 1 – основание;
- 2 – салазки
крестового стола;
- 3 – стол;
- 4 – колонна;
- 5 – суппорт;
- 6 – револьверная
головка

Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

Режущий инструмент

Отверстия на сверлильных станках обрабатывают:

- сверлами;
- зенкерами;
- развертками;
- метчиками.

Сверла по конструкции и назначению подразделяют на:

- спиральные;
- центровочные;
- специальные.

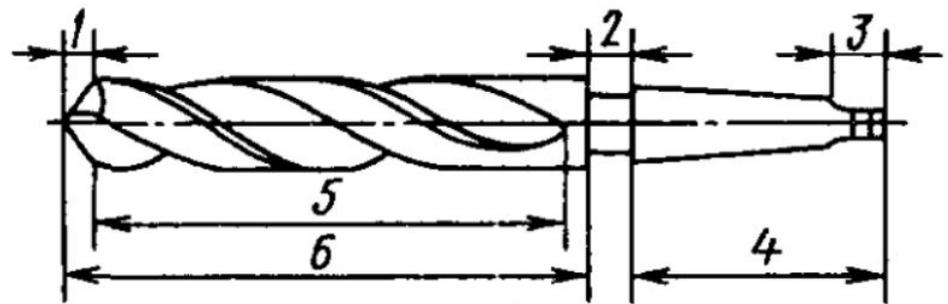
Наиболее распространенный для сверления и

Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

Режущий инструмент

Спиральное сверло состоит из:

- рабочей части 6;
- шейки 2;
- хвостовика 4;
- лапки 3.



В рабочей части 6 различают:

- режущую часть 1;
- направляющую часть 5 с винтовыми канавками.

Шейка соединяет рабочую часть сверла с хвостовиком.

Хвостовик необходим для установки сверла в шпинделе станка.

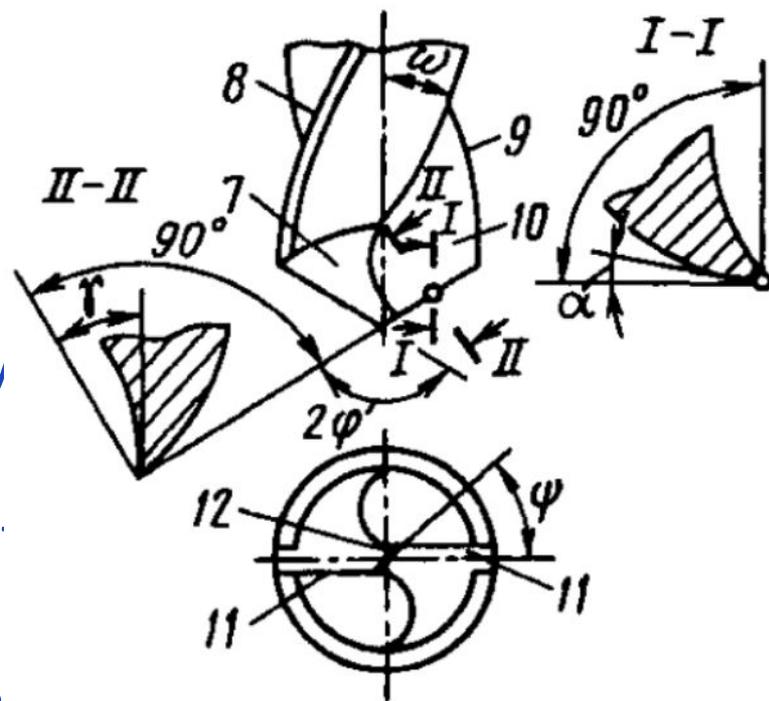
Лапка служит упором при выбивании сверла из отверстия шпинделя

Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

Режущий инструмент

Сверло имеет две главные режущие кромки *11*, образованные пересечением передних *10* и задних *7* поверхностей лезвия и выполняющие основную работу резания, поперечную режущую кромку *12* (перемычку) и две вспомогательные режущие кромки *9*.

На цилиндрической части сверла вдоль винтовой канавки расположены две узкие ленточки *8*, обеспечивающие направление сверла при резании.



Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

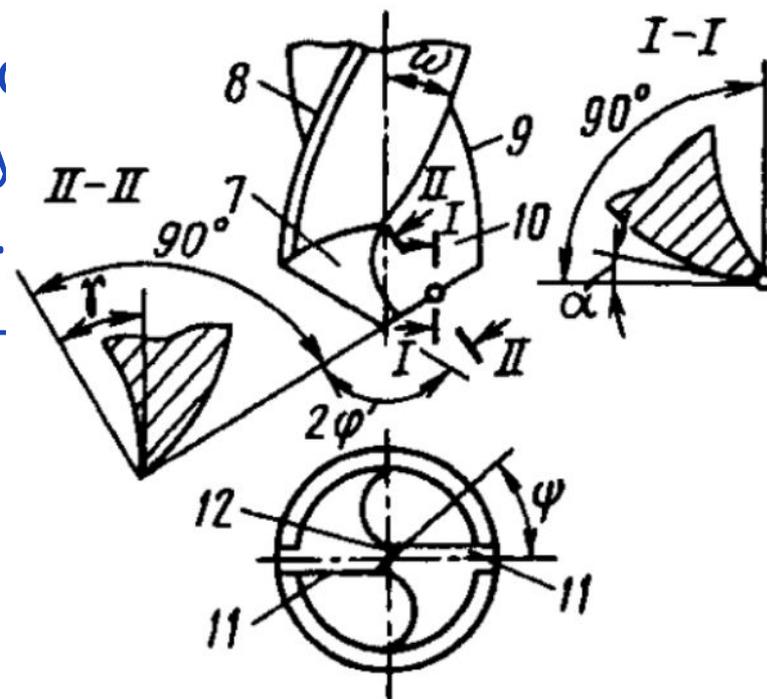
Режущий инструмент

Передний угол γ измеряют в главной секущей плоскости $II-II$, перпендикулярной к главной режущей кромке.

Задний угол α измеряют в плоскости $I-I$, параллельной оси сверла.

Передний и задний углы в различных точках главной режущей кромки различны.

У наружной поверхности сверла угол γ наибольший, а угол α наименьший, ближе к оси – наоборот.



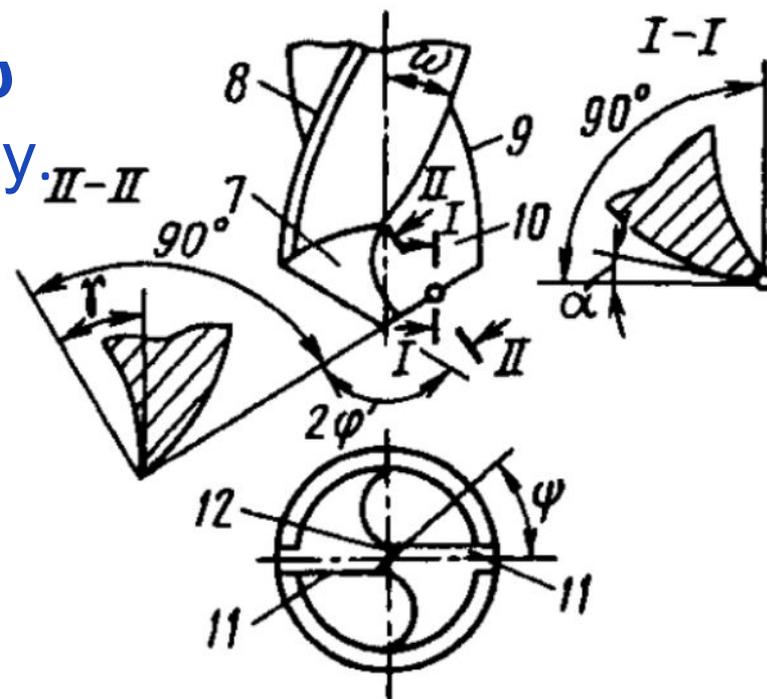
Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

Режущий инструмент

Угол наклона винтовой канавки ω измеряют по наружному диаметру.

С увеличением угла ω увеличивается передний угол γ , при этом облегчается процесс резания и улучшается выход стружки.

Рекомендуемые геометрические параметры сверла приводятся в справочной литературе.



Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

Режущий инструмент

Спиральные сверла изготавливают диаметром от 0,1 мм до 80 мм.

По длине рабочей части сверла делятся на:

- удлиненные ($L \geq 5D$);
- средние ($3D < L \leq 5D$);
- короткой серии ($L < 3D$).

Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

Режущий инструмент

Центровочные сверла – применяются для сверления центровых отверстий в заготовках.

Отверстие, изготовленное центровочным сверлом, в дальнейшем обрабатывается сверлом большего диаметра или зенкером.

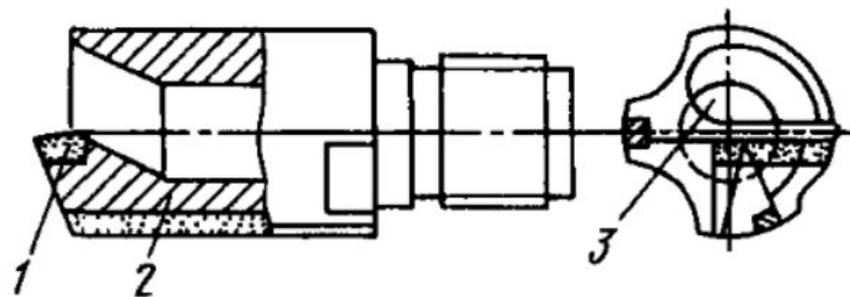


Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

Режущий инструмент

Для получения глубоких отверстий (длина отверстия больше пяти диаметров) применяют специальные сверла.

Например, однокромочное сверло для сверления глубоки отверстий диаметром 30...80 мм имеет твердосплавную пластинку 1 и две направляющие пластинки 2.



Смазочно-охлаждающая жидкость подается в зону резания и вымывает стружку через внутренний канал 3 сверла.

Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

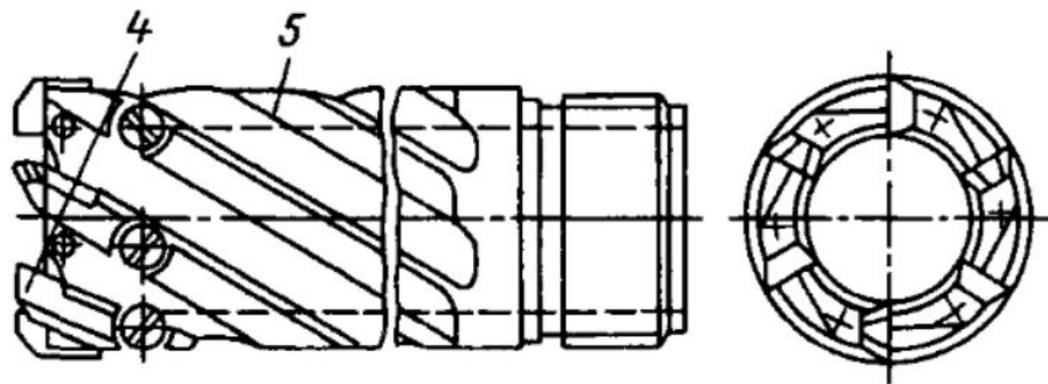
Режущий инструмент

Сквозные отверстия диаметром более 100 мм сверлят кольцевыми сверлами.

Такое сверло состоит и полого корпуса 5 с винтовыми канавками.

На его торцевой части закреплены режущие пластинки 4 (резцы) ширина которых больше толщины стенок корпуса.

Режущие кромки пластинок выступают со стороны торца наружного и внутреннего диаметров корпуса.



Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

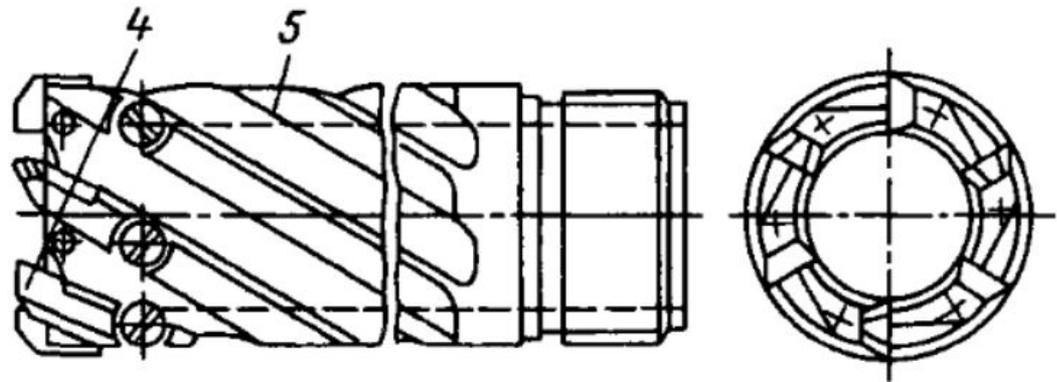
Режущий инструмент

Число пластинок 4...8

в зависимости от
диаметра сверла.

Таким сверлом выре-
зается кольцевая кана-
ва шириной, равной
ширине пластинок.

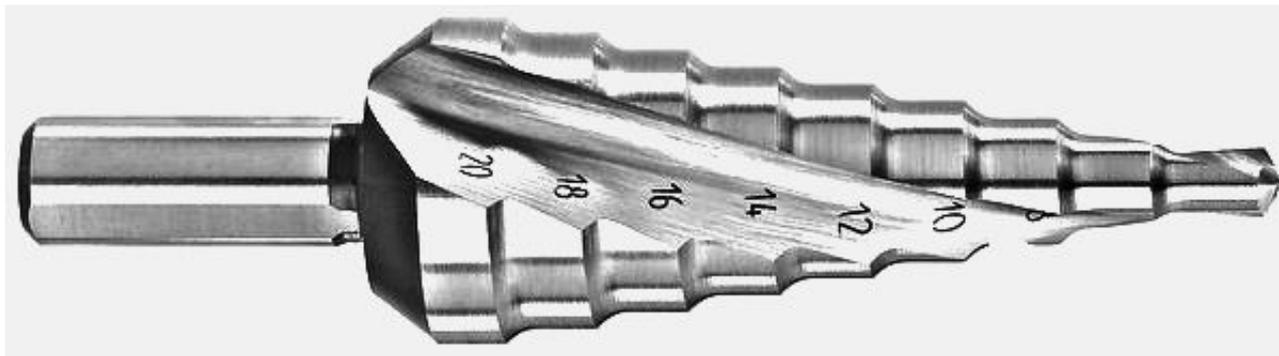
Смазочно-охлаждающую жидкость подают через
внутреннюю полость сверла, а стружка отводится по
винтовым канавкам.



Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

Режущий инструмент

Сравнительно недавно получили распространение ступенчатые сверла – они предназначены для рассверливания тонких материалов – листового железа, пластика, жести, кровельных материалов и пр.



Диапазон рассверливаемого отверстия может

Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

Режущий инструмент

Ружейное сверло изготавливается из трубки, обжимая которую получают прямую канавку для отвода стружки.

Назначение – глубокое сверление с подачей охлаждающей жидкости



Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

Режущий инструмент

Пушечное сверло представляет собой стержень, у которого передний конец срезан наполовину и образует канал для отвода стружки.

Для направления сверла предварительно должно быть просверлено отверстие на небольшую глубину.

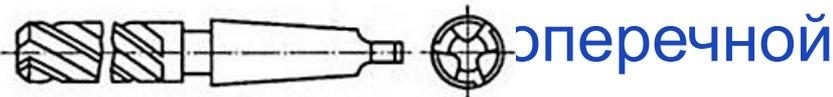


Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

Режущий инструмент

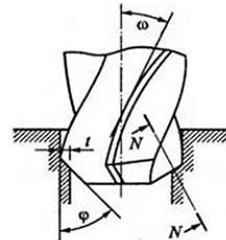
Зенкерами обрабатывают отверстия в литых или штампованных заготовках, а также предварительно просверленные отверстия.

В отличие от сверл зенкеры снабжены тремя или четырьмя главными режущими кромками и перпендикулярной кромки.

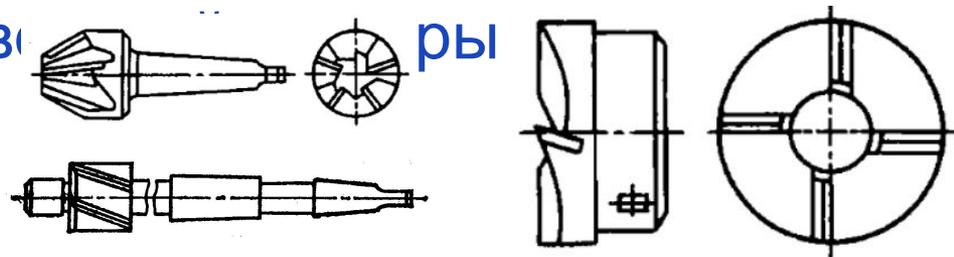


По виду обрабатываемых отверстий зенкеры бывают:

- цилиндрические;
- конические;
- торцовые.



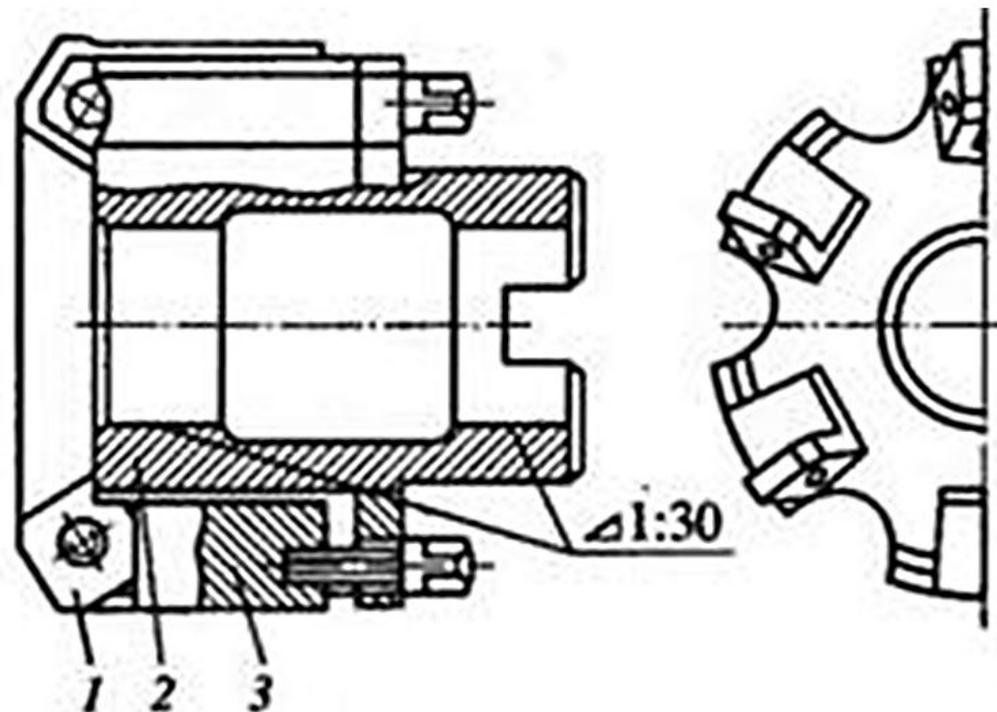
Виды зенкеров



Зенкеры бывают цельные с коническим хвостовиком и посадочной частью.

Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

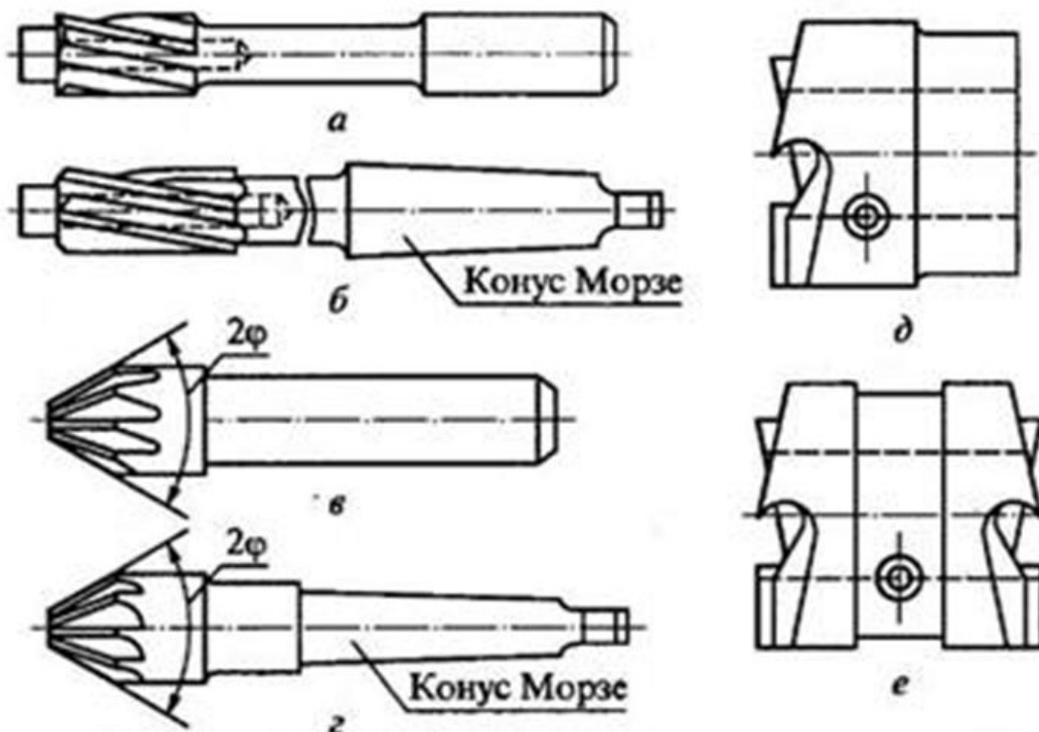
Насадной зенкер



1 – режущие пластины; 2 – корпус; 3 – тяга

Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

Зенковки и цековки



a, б – цилиндрические; *в, г* – конические; *д, е* – цековки насадные;
 2ϕ – угол при вершине

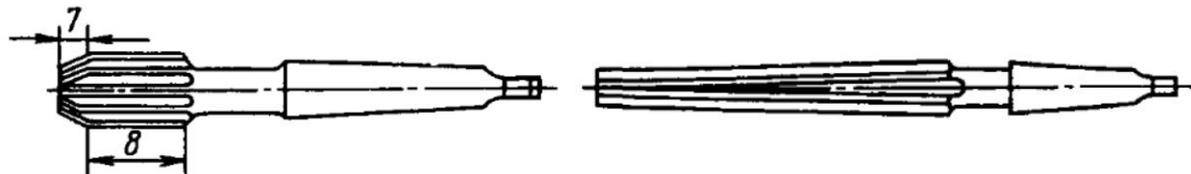
Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

Режущий инструмент

Развертками окончательно обрабатывают отверстия.

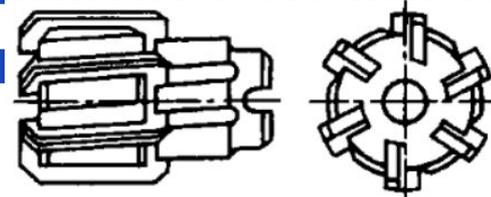
По форме обрабатываемого отверстия различают
развертки:

- цилиндрические;
- конические.



Развертки имеют 6...12 главных режущих кромок,
расположенных на режущей части 7 с направляющим
конусом.

Калибрующая часть 8 направляет развертку в отверстии и
обеспечивает необходимые точность и
поверхности.

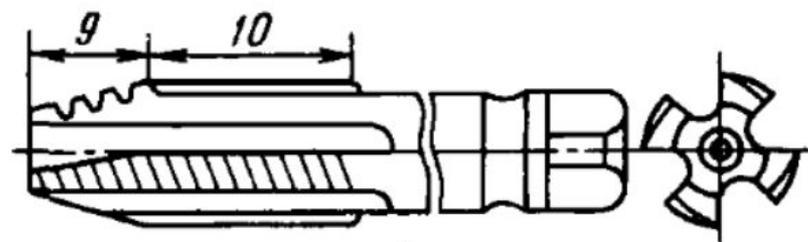


Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

Режущий инструмент

Метчики применяют для нарезания внутренних резьб.

Метчик представляет собой винт с прорезанными прямыми или винтовыми канавками, образующими режущие кромки.



Рабочая часть метчика имеет режущую *9* и калибрующую *10* части.

Профиль резьбы метчика должен соответствовать профилю нарезаемой резьбы.

Метчик закрепляют в специальном патроне.

Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

Режущий инструмент

Для одновременного выполнения нескольких операций или обработки нескольких поверхностей используется комбинированный осевой инструмент.

Достоинством комбинированных инструментов, является повышение производительности и точности обработки за счет:

- сокращения машинного времени;
- резкого сокращения вспомогательного времени на установку и переналадку инструмента, на изменение скорости и подачи;
- уменьшения отклонения от соосности обрабатываемых поверхностей;

Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

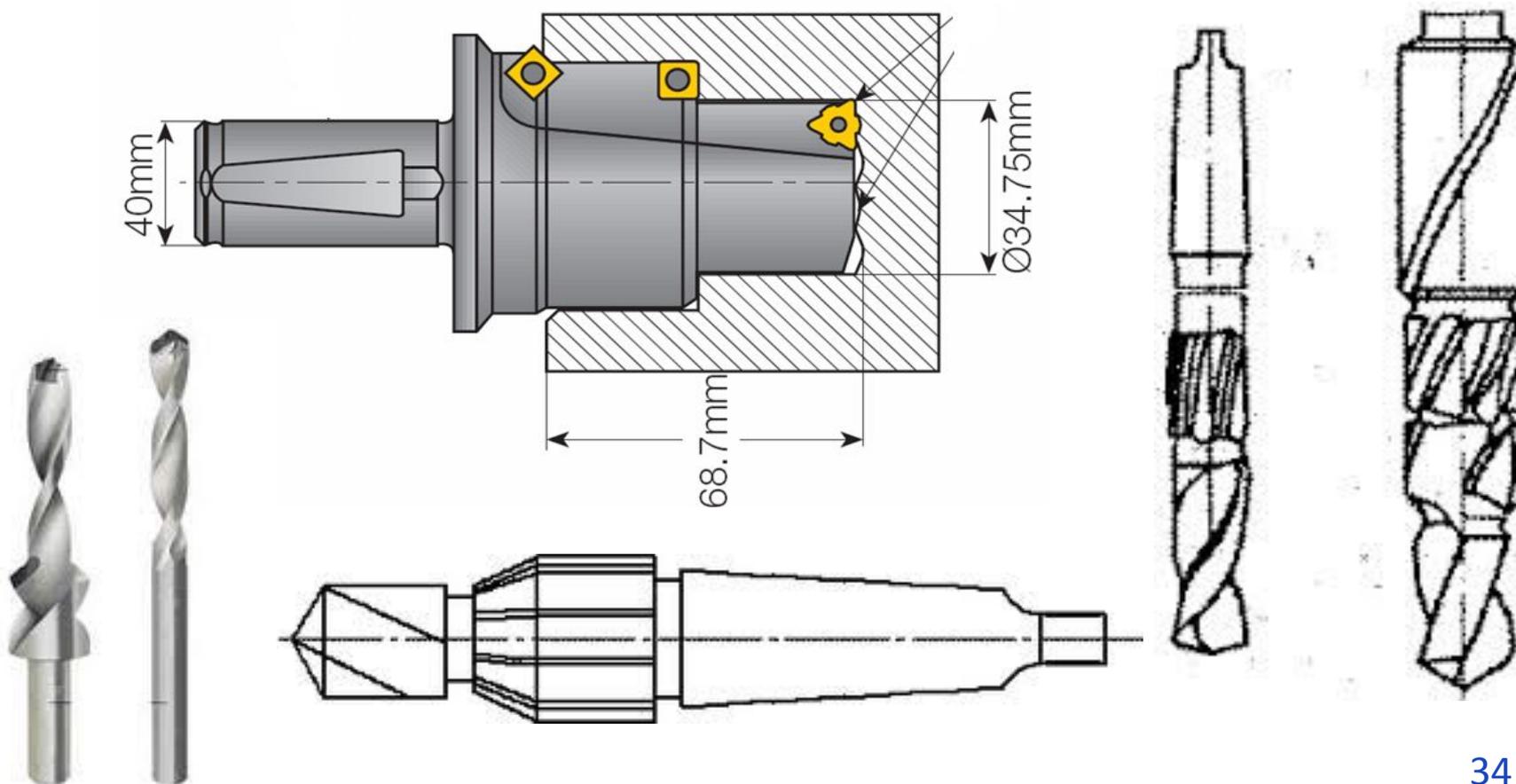
Режущий инструмент

Комбинированные инструменты бывают:

- для однородной обработки нескольких поверхностей, состоят из инструментов одного типа, отличающихся размерами;
- для различных видов обработки (сверление и зенкерование, растачивание и развертывание и т. д.);
- цельные и сборные.

Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

Примеры комбинированных инструментов



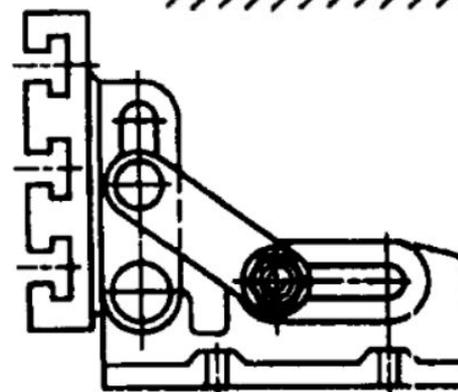
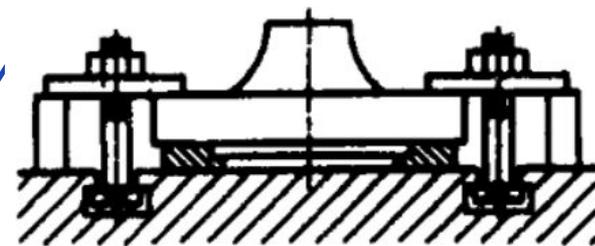
Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

Технологическая оснастка

При обработке на сверлильных станках применяют различные приспособления для установки и закрепления заготовки на столах станков.

Заготовки закрепляют прижимными планками или в машинных тисках.

При обработке отверстий, оси которых параллельны или расположены под углом к установочной плоскости, используют угольники.

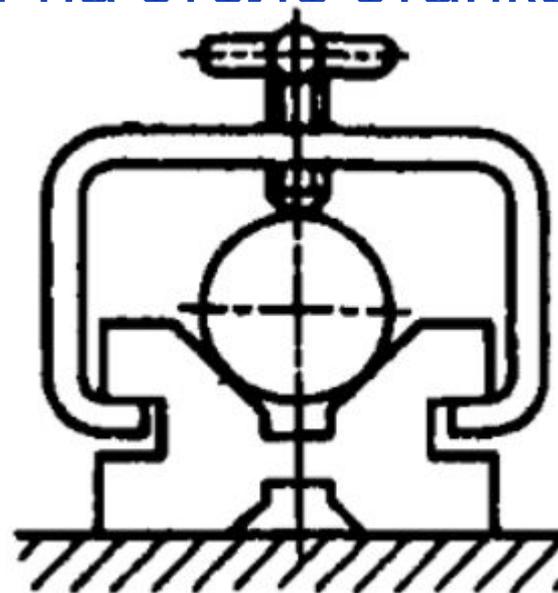


Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

Технологическая оснастка

Заготовки, имеющие цилиндрические части, закрепляют в трех- или четырехкулачковых патронах, которые закрепляют на столе станка.

При сверлении отверстий в цилиндрических заготовках их устанавливают на призме и закрепляют струбциной.

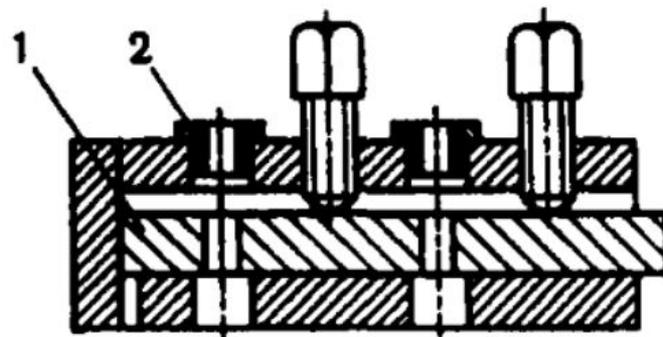


Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

Технологическая оснастка

Для сверления нескольких точно расположенных отверстий в заготовках, обрабатываемых большими партиями, широко используют специальные приспособления – кондукторы.

Они имеют направляющие втулки 2, обеспечивающие определенное положение режущего инструмента относительно обрабатываемой заготовки 1, закрепляемой в кондукторе.

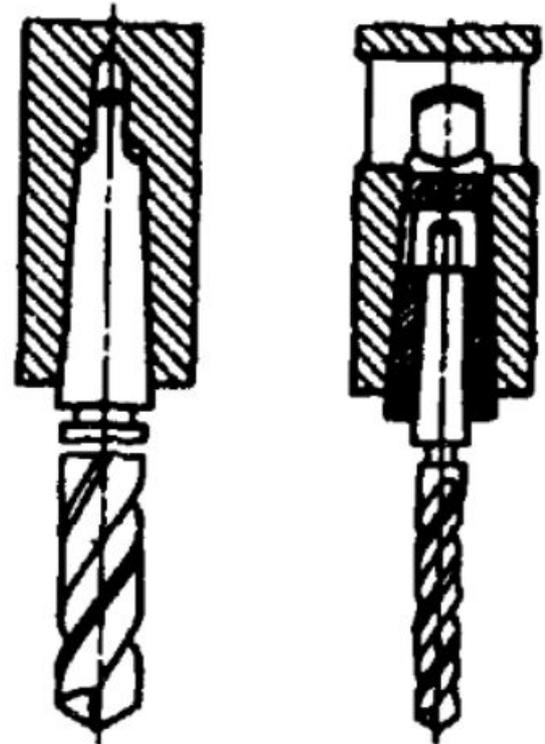


Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

Технологическая оснастка

Режущие инструменты с коническим хвостовиком закрепляют непосредственно в шпинделе сверлильного станка.

Если размер конуса хвостовика инструмента меньше размера конического отверстия шпинделя, то применяют переходные



Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

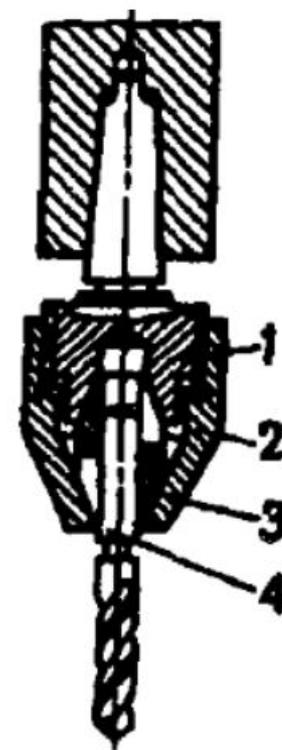
Технологическая оснастка

Инструменты с цилиндрическим хвостовиком закрепляют в двух-, трехкулачковых или цанговых патронах.

Закрепление инструмента в цанговом патроне проходит следующим образом.

На резьбовую часть корпуса патрона 1 навинчена втулка 2, в которой находится разрезная цанга 3.

Цилиндрический хвостовик инструмента 4 вставляют в отверстие цанги и закрепляют вращением втулки 2.



Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

Типовые схемы обработки

На сверлильных станках выполняют:

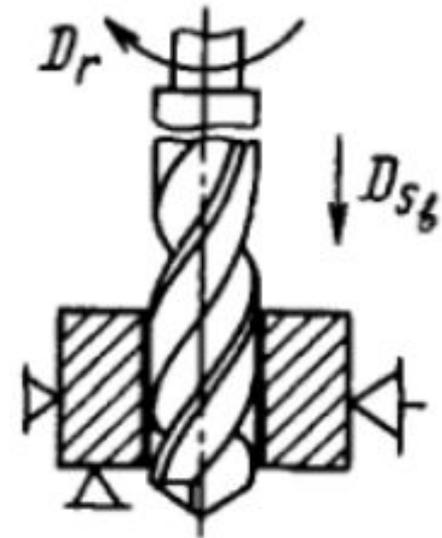
- сверление;
- рассверливание;
- зенкерование;
- развертывание;
- цекование;
- зенкование;
- нарезание резьбы;
- обработку сложных отверстий.

Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

Типовые схемы обработки

Сверление сквозного отверстия спиральным сверлом.

В зависимости от требуемой точности и величины партии обрабатываемых заготовок отверстия сверлят в кондукторе или по разметке.



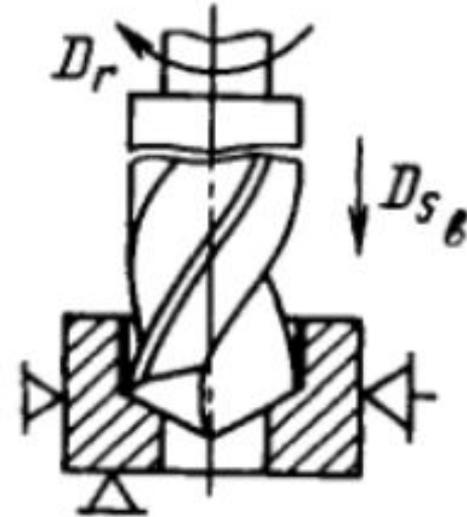
Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

Типовые схемы обработки

Рассверливание – процесс увеличения диаметра ранее просверленного отверстия.

Диаметр отверстия под рассверливание выбирают так, чтобы поперечная режущая кромка в работе не участвовала.

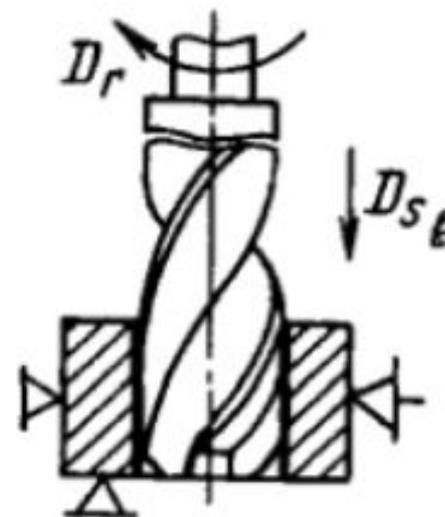
В этом случае осевая сила уменьшается.



Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

Типовые схемы обработки

Зенкерование – обработка предварительно полученных отверстий для придания им более правильной геометрической формы, повышения точности и снижения шероховатости многолезвийным режущим инструментом – зенкером.



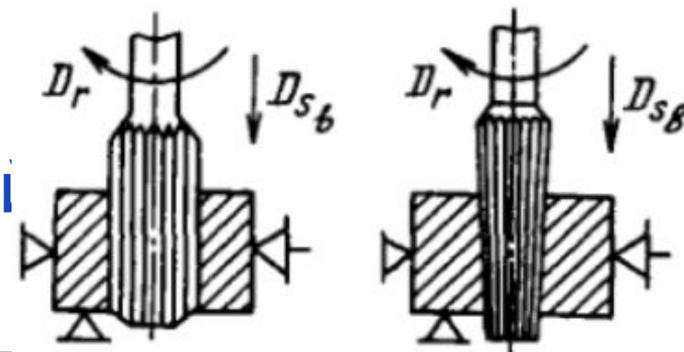
Точность обработки: 11...8 квалитет.

Шероховатость поверхности: $Ra = 3,2...1,6$ мкм.

Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

Типовые схемы обработки

Развертывание – окончательная обработка цилиндрического или конического отверстия разверткой (обычно после зенкерования) в целях получения высокой точности и малой шероховатости обработанной поверхности.



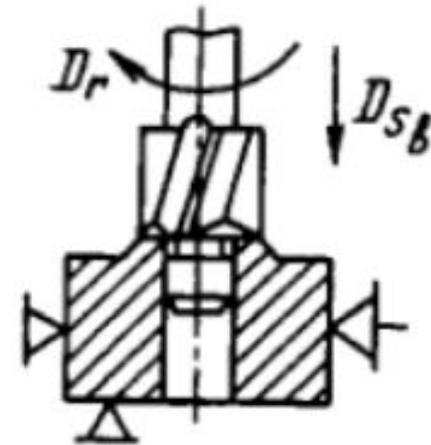
Точность обработки: 7...6 квалитет.

Шероховатость поверхности: $Ra = 1,25 \dots 0,8$ мкм и менее.

Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

Типовые схемы обработки

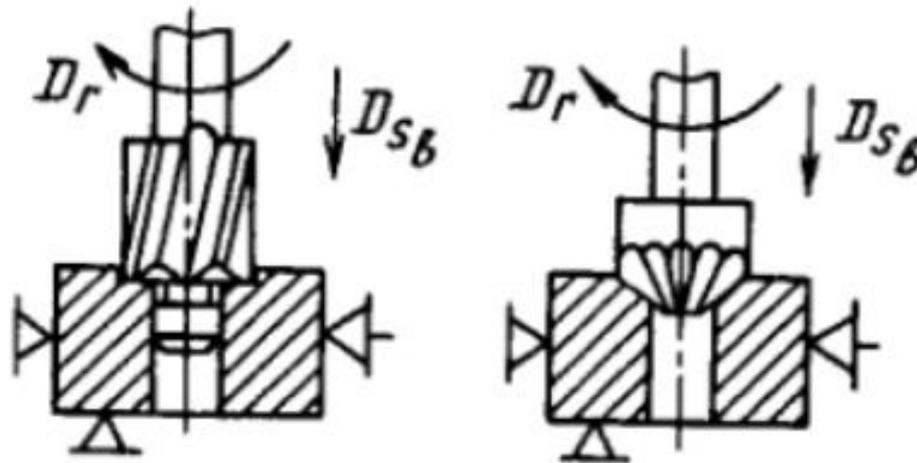
Цекование – обработка
торцевой поверхности
отверстия торцовым зенкером
для достижения
перпендикулярности плоской
торцевой поверхности к его оси.



Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

Типовые схемы обработки

Зенкованием получают в имеющихся отверстиях цилиндрические или конические углубления под головки винтов болтов, заклепок и других деталей.

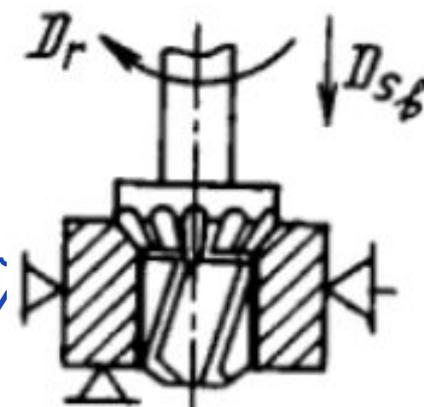
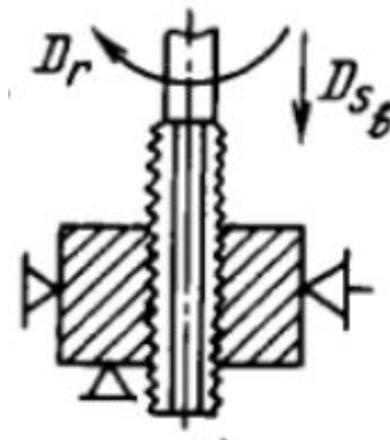


Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

Типовые схемы обработки

Нарезание резьбы – получение винтовой канавки на внутренней цилиндрической поверхности с помощью метчика.

Отверстия сложного профиля обрабатывают с помощью комбинированного режущего инструмента, например, комбинированного зенкера для совместной обработки цилиндрической и конической поверхностей.



Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

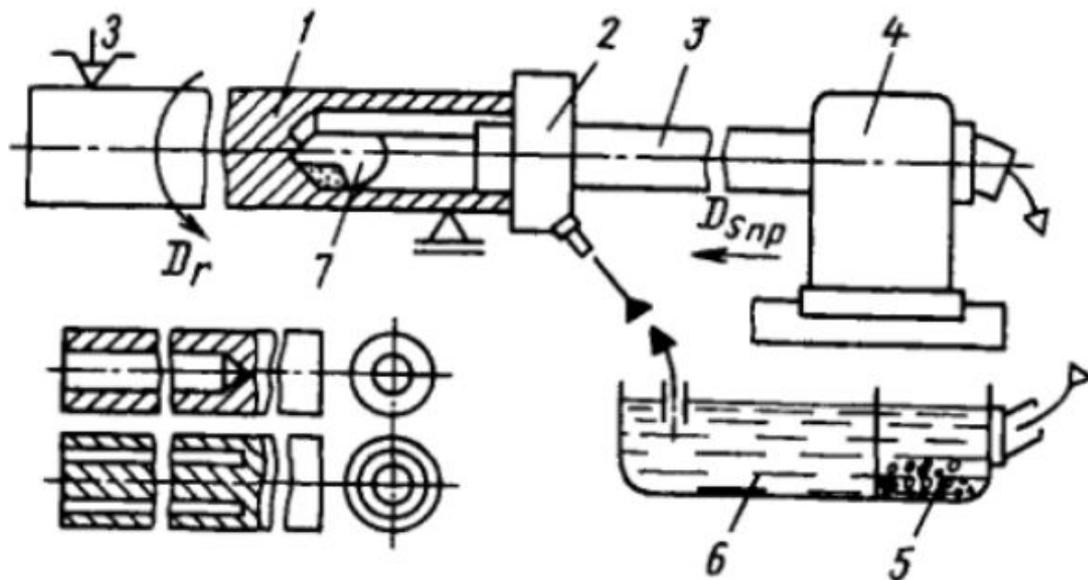
Типовые схемы обработки

Сверление глубоких отверстий (длина отверстия больше пяти диаметров) выполняют на специальных горизонтально-сверлильных станках. При обработке глубоких отверстий спиральными сверлами происходят увод сверла и «разбивание» отверстия, затрудняются подвод смазочно-охлаждающей жидкости и отвод стружки. Поэтому для сверления глубоких отверстий применяют сверла специальной конструкции.

Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

Типовые схемы обработки

Например, при сверлении глубокого отверстия специальным однокромочным сверлом на горизонтально-сверлильном станке заготовке 1, закрепленной в трехкулачковом патроне и люнете, сообщают главное вращательное движение резания (D_r).

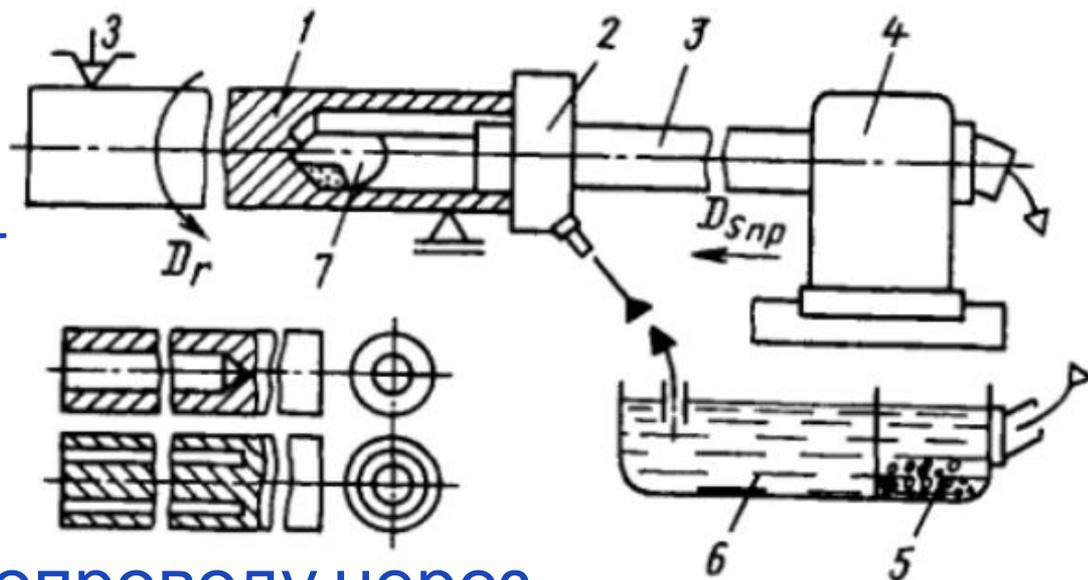


Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

Типовые схемы обработки

Сверло 7 закрепляют на резьбе в стебле 3 (трубе), а второй конец последнего – в суппорте 4 и сообщают сверлу продольную подачу ($D_{спр}$).

Смазочно-охлаждающая жидкость под большим давлением подается насосом из резервуара 6 по трубопроводу через маслоприемник 2 к режущей кромке сверла.

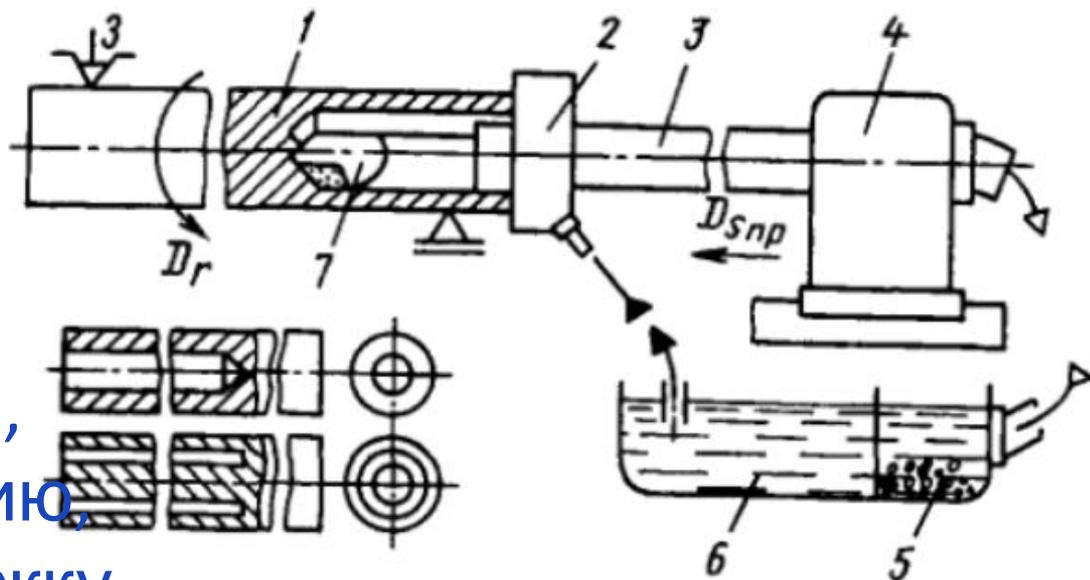


Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

Типовые схемы обработки

Стружка отводится вместе с жидкостью через внутренний канал сверла в стружкосборник 5.

При данном способе глубокого сверления для получения отверстия заданного размера весь металл, подлежащий удалению, превращается в стружку.



Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

Типовые схемы обработки

В процессе сверления глубокого отверстия большого диаметра ($D > 100$ мм) сверлом кольцевого типа в стружку превращается только металл кольцевой полости.

Оставшийся после сверления центральный стержень используют как заготовку для изготовления различных деталей.