

## 4.1 Обработка отверстий

### Сверление.

Сверлением получают отверстия в сплошном материале. Короткие или неглубокие отверстия сверлят обыкновенными спиральными сверлами, получая точность 12-13 квалитет, а при малых диаметрах даже более высокую.

Существуют два метода сверления:

- 1) вращается сверло (станки сверлильно-расточных групп);
- 2) вращается заготовка (станки токарной группы).

Второй метод используют при глубоком сверлении, кольцевом сверлении крупных отверстий, требующем от станка большей мощности и жесткости, чем может обеспечить сверлильный станок. В остальных случаях этот метод является простым следствием включения сверления в состав токарной операции, например, на револьверных станках, токарных автоматах и так далее.

Для уменьшения бокового отжима сверла в момент врезания предусматривают в предшествующем переходе засверливание отверстия коротким жёстким сверлом с меньшим углом при вершине. На сверлильных станках операции сверления выполняют с помощью кондукторов.

Кондуктор позволяет обработать в одной операции много отверстий одного диаметра. Для получения отверстий разных диаметров в одной операции применяются для закрепления инструмента быстросменные патроны. Конструкция такого патрона представлена на данном рисунке.

Для повышения производительности применяют многошпиндельные головки или специальные агрегатные станки. Для точных отверстий сверление является первой операцией или переходом, подготавливающей отверстия к последующей более точной обработке.

Применение кондуктора с быстросменными втулками и быстросменных патронов для закрепления инструментов в шпинделе станка позволяет выполнять в одной операции сверление, зенкерование и развертывание.

### Зенкерование.

**Зенкеры** применяют для обработки отверстий диаметром до 120 мм. Цельные зенкеры имеют 3-4 режущих зуба и спиральные канавки меньшей глубины, чем у сверл. Благодаря этому они обладают большей жесткостью, чем сверла и менее склонны к уходу. Крупные зенкеры делают насадными, со вставными зубьями. Зенкерование – универсальный процесс, как и обработка резцом.

Наибольшая величина припуска ограничивается лишь прочностью зенкера. Геометрия зуба зенкера близка к геометрии резца. Но поскольку у зенкера несколько зубьев, подача его на один оборот может быть большей, а вместе с этим больше и производительность обработки. Черновое или обдирочное зенкерование применяют для обработки отверстий, полученных в отливках или поковках.

Для предотвращения вибраций и увода, зенкер направляют направляющей втулкой. Это необходимо не из-за малой жесткости самого зенкера, а вследствие недостаточной жесткости станка, особенно если станок сверлильный. Точность отверстия после обдирки зенкером примерно соответствует 12-13 качеству.

Особенно часто зенкерование применяют после сверления для повышения точности отверстия и точности положения его оси, которая обеспечивается лучшей по сравнению со сверлом геометрии зенкера и его большей жесткостью.

При этом достигается 11-12 качество точности отверстия по диаметру, а в благоприятных условиях при малом диаметре и небольшом и равномерном припуске и более высокая точность с шероховатостью до Ra 2,5 микрометра. Зенкерованием также делают углубления в отверстиях (рисунок а), снимают фаски у отверстий (рисунок б), а также площадки, необходимые для крепежных деталей (рисунок в).

Для того, чтобы указать на такую особенность процесса, его часто называют зенкованием, а применяемые зенкеры – зенковками. Подрезания торцев в труднодоступных местах производят съёмными зенковками, укрепляемыми на державке, также называемыми штыковым затвором.

В операциях, выполняемых на револьверных станках, находят применение кроме сверл, зенкеров и зенковок, комбинированные инструменты, позволяющие совмещать переходы.

### **Развертывание.**

Развертыванием обрабатывают отверстия в том же диапазоне диаметров, что и зенкерованием.

Небольшие развертки делают цельными, а крупные - насадными. Развертки рассчитаны на снятие малого припуска. Они отличаются от зенкеров большим числом зубьев и прямым направлением зубьев, а также меньшими углами в плане. Снятие разверткой большого припуска дает результаты по точности и производительности даже худшие, чем зенкерование. Для того, чтобы оставить на развертывание малый припуск, предшествующая обработка должна быть соответственно точной. Обычно ей служит зенкерование или растачивание резцом. В результате может быть достигнута точность отверстия, соответствующая 9-10 качеству. Для достижения более высокой точности необходим более точный метод

предшествующей обработки. Таким методом может служить само развертывание после зенкерования или растачивание резцом.

По отношению к последующему, более точному, чистовому развертыванию оно будет черновым. Чистовым развертыванием возможно получать отверстия с точностью до 7-го квалитета, при шероховатости до Ra 0,63. Как процесс более тонкий, чем зенкерование, развертывание более чувствительно не только к колебаниям величины припуска, но и к другим факторам, влияющим на точность обработки. В частности, помимо высокой точности и тщательной заточки самой развертки обязательным условием для получения высокой точности отверстия является строгое совпадение оси развертки с осью отверстия, подлежащего развертыванию. Несовпадение осей приводит к разбиванию отверстия. Поэтому развертку связывают со станком не жестко, а с помощью державки, качающейся или плавающей.

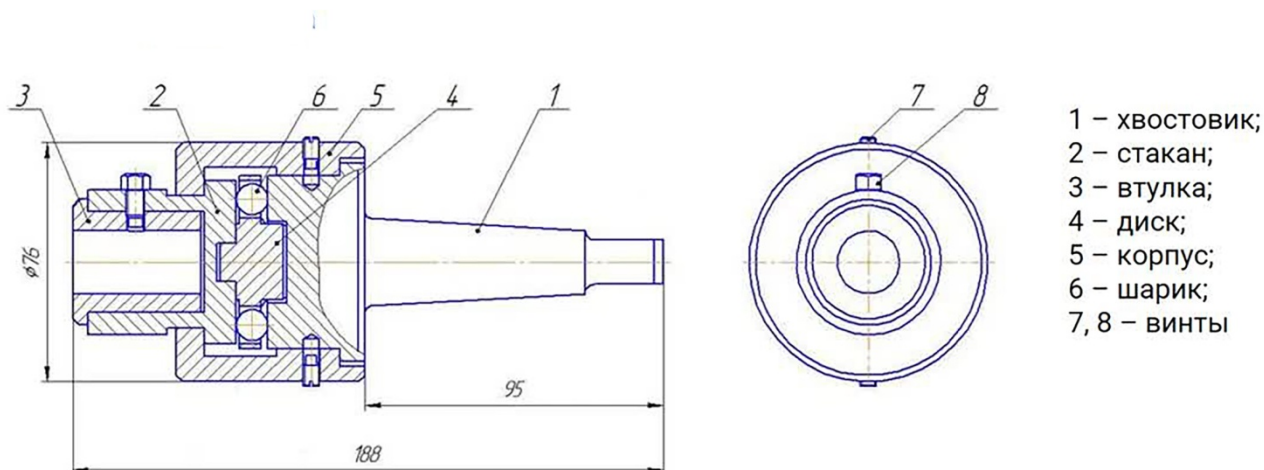


Рисунок – Плавающая державка

Данная державка позволяет развертке самоустанавливаться по отверстию. Таким образом, развертывание принадлежит процессам, позволяющим улучшать только точность диаметра и частоту обработки.

Положение оси отверстия остается практически прежним. В некоторых случаях бывает целесообразно, а иногда и необходимо, давать развертке принудительное направление с помощью втулок. Это нужно при малой длине отверстия, при малой длине приемного конуса, например, при развертывании глухого отверстия почти на всю его длину, с целью предотвратить перекося отверстия. И для этих целей используется заднее, переднее и двойное направление разверток.

Для развертывания крупных отверстий применяют также плавающие развертки. Они представляют собой двузубые плоские ножи, точно

пригнанные к пазу державки. Наиболее часто ими пользуются в операциях, выполняемых на расточных станках.

Характерным дефектом развертывания являются риски на обработанной поверхности, возникающие вследствие налипания материала на зуб развертки, а также пятна, то есть следы предшествующей обработки, особенно вероятные при малом припуске. Поэтому развертывание отверстий, в которых подобные дефекты не допускаются, заменяют при возможности другими процессами, например хонингованием для остальных деталей или тонким растачиванием для деталей из цветных сплавов.

### **Растачивание.**

Существует два основных способа растачивания:

- 1) растачивания при котором вращается деталь (станки токарной группы)
- 2) растачивание при котором вращается инструмент (расточные станки).

Растачивание резцом на токарном станке общего назначения является во всех отношениях наиболее универсальным методом обработки отверстий. На токарных станках можно обрабатывать отверстия самых различных размеров с различной точностью. Самые разнообразных по форме и размерам деталей. Обрабатываемые детали устанавливаются на станке при помощи патронов общего назначения и специальных приспособлений. При растачивании выемок, выточек и тому подобное в центральном отверстии длинных деталей, например, пустотелые валы, конец детали можно поддерживать люнетом.

В отношении величины допустимого припуска на обработку, экономически целесообразной и достижимой точности обработки, растачивание подобно обтачиванию.

Расточные станки применяют для обработки отверстий в крупных деталях, таких, которые трудно или невозможно разместить и вращать на станке токарного типа. Инструментами при растачивании служат резцы, закрепленные в державках. Так длинные державки с передним направлением называют борштангами. Также применяются расточные пластины и блоки.

Применение резцов обусловлено их простотой и надежностью при грубом растачивании литого или прошитого отверстия. Также при неравномерном распределении припуска по диаметру отверстия.

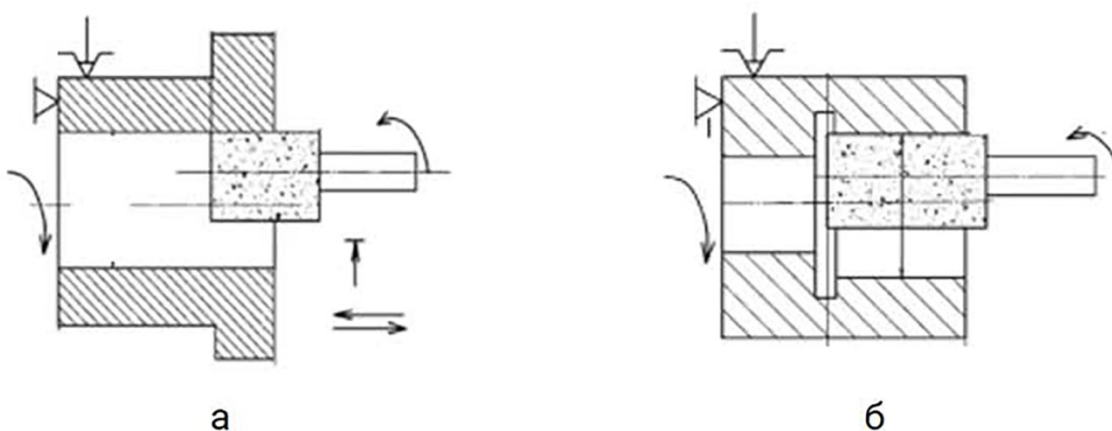
Закрепление резца в державке может быть радиальным и осевым. Чистовым растачиванием получают точность до 6 качества. А точность расположения отверстия зависит от точности установки детали в

приспособлении и от точности установки шпинделя станка относительно детали.

### **Шлифование.**

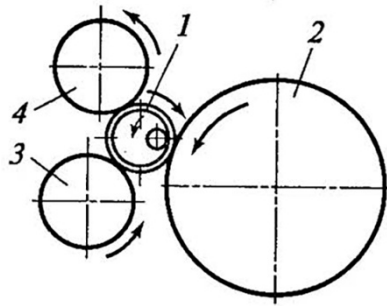
Отверстия шлифуют реже, чем наружные цилиндрические поверхности, так как для получения точного отверстия используют другие методы, такие как развертывание, хонингование и т.д. Но для деталей с высокой твердостью, не допускающей обработку лезвийным инструментом, шлифование является единственным методом, позволяющим повышать не только точность самого отверстия, но и точность координат его оси. Кроме того, шлифование бывает необходимым для обработки глухих коротких отверстий, отверстий большого диаметра, отверстий с тонкими стенками, с канавками и во многих других случаях.

Вероятность брака при шлифовании всегда меньше, чем при развертывании. В производствах небольшого масштаба использование шлифования позволяет не изготавливать нестандартные развертки. В производствах большого масштаба чистовое шлифование сквозных отверстий часто заменяют хонингованием, выдерживая необходимые координаты оси на операции шлифования.



На данном рисунке представлены схемы шлифования на внутришлифовальном станке. Так, сквозные отверстия шлифуют методом продольной подачи (рисунок а). А короткие - методом врезания (рисунок б).

В массовом производстве деталей типа колец широко применяют бесцентровое внутреннее шлифование. Схема такого шлифования представлена на данном рисунке.

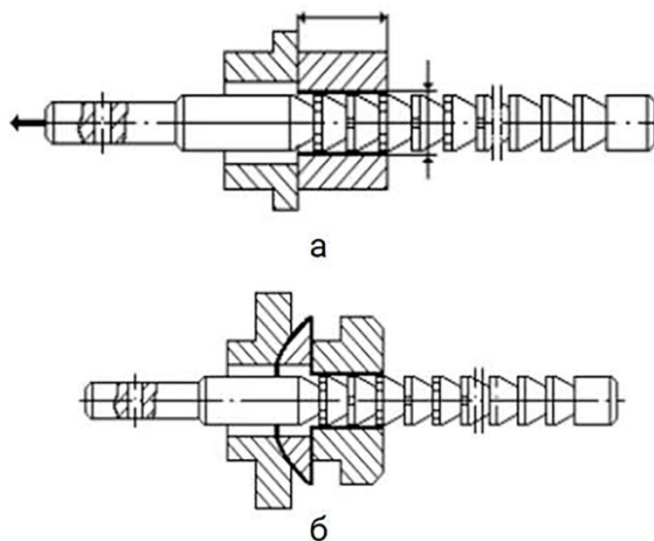


На этой схеме кольцо поддерживается опорным роликом 1 и прижимается к ведущему кругу 2 нажимным роликом 3. Можно видеть, что такая схема шлифования обеспечивает наилучшую равностенность кольца.

### **Протягивание.**

Для протягивания нужна достаточно большая жесткость детали в направлении оси отверстия. В процессе протягивания связь протяжки с деталью, конечная связь, самоустанавливающаяся. Поэтому протягивание подобно развертыванию позволяет влиять только на точность самого отверстия. Протягивание отличается высокой производительностью при больших допустимых припусках на обработку и высокой точностью получаемой поверхности.

По широте диапазона допустимого припуска протягивание сравнимо со всеми видами растачивания, а по точности с развертыванием. Подготовка отверстия под протягивание производится сверлением или растачиванием. В случае неперпендикулярности отверстия и опорного торца детали применяют сферическую опору, что представлено на рисунке б.



Протягивание отверстия: а – опора жесткая; б – опора плавающая

Припуск на протягивание оставляют в среднем от 0,5 до 0,8 мм.

Подачу на зуб предусматривает в пределах от 0,02 до 0,1 мм, в зависимости от конкретных условий. Обычная точность отверстия после протягивания. Это 6-й квалитет с шероховатостью поверхности до Ra 0,63. С целью повысить точность до 5-го квалитета при обработке деталей из цветных сплавов, часто применяют калибрующие протяжки. Зубья такой протяжки не режут, а скоблят металл или только сглаживают стенки отверстия. При обработке вязких сталей находят применение протяжки с чередующимися секциями уплотняющих и режущих зубьев. Уплотнение материала перед режущими зубьями оказывает благоприятное влияние на процесс, особенно в отношении чистоты обработки, уменьшая возможность надиров.

Вследствие необходимости хорошей загрузки протяжного станка и сравнительно высокой стоимости инструмента, протягивание оправдывается в производстве с достаточно большим выпуском деталей.

#### **Особенности обработки глубоких отверстий.**

Глубокими называют отверстия, у которых длина намного, то есть в 10 и более раз, превышает диаметр. Большая длина отверстия требует особых мер для уменьшения увода инструмента и искривления оси отверстия, возрастающего вместе с увеличением длины. Особенно важно уменьшить увод при сверлении, так как существенно улучшить прямолинейность оси отверстия последующей обработкой очень трудно, а часто невозможно. В качестве инструментов применяют пластинчатые сверла для сравнительно не глубоких отверстий большого диаметра и сверла одностороннего резания (сверла для глубокого сверления).

Повышение точности диаметра и уменьшение шероховатости достигается с помощью:

- зенкерования
- развертывания
- протягивания отверстия

Для зенкерования и развертывания глубоких отверстий характерно применение так называемой обратной подачи, т.е. инструмент не проталкивается в отверстие, а протягивается через него, чтобы тонкая державка работала на растяжение.



Сверло одностороннего реза с твёрдосплавной головкой



Сверло глубокого кольцевого сверления



Сверло одностороннее с направляющими пластинами



Рассверливающий инструмент

Рисунок – Сверла для глубокого сверления

Особенности глубокого сверления:

1. Применяется станок определенного назначения для глубокого сверления, на котором операция ведется обязательно при вращении детали;
2. В начале обработки сверло обязательно направляется втулкой или предварительно расточенной частью самого обрабатываемого отверстия;
3. Применяются сверла специальных конструкций с повышенной жесткостью и точностью;
4. Предусматривается вымывание стружки из зоны резания смазочно-охлаждающей жидкостью, подаваемой под высоким давлением до 4 МПа и более, благодаря чему отпадает надобность в выводах сверла в процессе сверления.