

Тема: Обработка внутренних поверхностей вращения (сверление, зенкерование, развертывание)

Задание для студентов

1. Ознакомиться с теоретическим материалом
2. *Дополнительную информацию по данной теме можно получить по ссылкам:*

Сверление металла. РАЗБОР	https://www.youtube.com/watch?v=EW8cFFIpmIo&t=1s
Как правильно сверлить металл	https://www.youtube.com/watch?v=y9PO RmUUp6c
Как сделать отверстие в металле большого диаметра	https://www.youtube.com/watch?v=dUvm pKTAIro

3. Составить конспект лекции (объем 3-4 страницы).
4. Ответить на контрольные вопросы в **письменном** виде
5. Предоставить **конспект лекции и ответы** на контрольные вопросы в электронном виде на проверку.

С уважением, *Гнатюк Ирина Николаевна*.

При необходимости вопросы можно задать по телефону: 072-136-54-46

Работы отправлять на электронную почту ira.gnatyuk.60@inbox.ru

ЛЕКЦИЯ

План

1. Основные виды обработки отверстий
2. Процессы сверления и рассверливания
3. Инструмент для сверления и обработки отверстий.
4. Основные схемы обработки отверстий
5. Элементы режима резания

1. Основные виды обработки отверстий

Основные виды обработки, которые можно выполнять на сверлильных станках, приведены на рисунке 1.

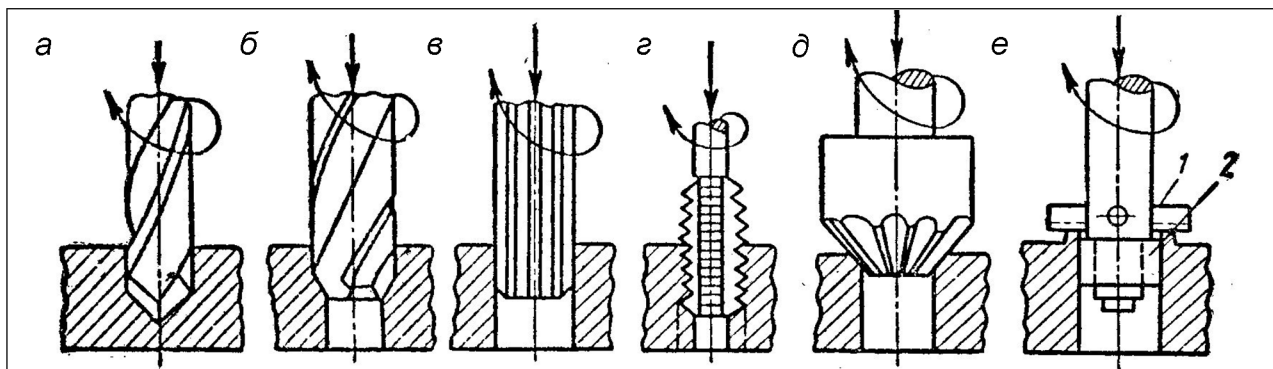


Рисунок 1- Основные виды обработки на сверлильных станках:

- а – сверление;
- б – зенкерование;
- в – развертывание;
- г – нарезание резьбы;
- д – зенкование;
- е – цекование;
- 1 – переставной резец; 2 – направляющая часть

Сверление отверстий производится при вращении сверла и его осевой подаче (рисунок 1, а). Инструментом служит обыкновенное спиральное или другой конструкции сверло, предназначенное для получения цилиндрического отверстия в металле.

Сверлить можно как глухие, так и сквозные отверстия.

На вертикальном станке часто выполняют рассверливание, т. е. вторичную обработку сверлом большого диаметра ранее просверленного отверстия в целях сохранения межцентрового расстояния при сверлении отверстий больших диаметров, когда обработка одним сверлом большого диаметра может дать значительное отклонение оси сверления. При нормальном сверлении достигается точность отверстия по 4–5-му классу.

Зенкерование отверстий (рисунок 71,б) производится зенкером для улучшения геометрической формы ранее просверленного цилиндрического отверстия. Оно обеспечивает ту же точность обработки отверстия, что и сверление.

Развертывание отверстий (рисунок 1,в) обычно выполняют после зенкерования с целью устранить грубые следы предыдущей обработки; исправление геометрии отверстия при этой операции не предусмотрено.

Развертывание производят однократно или многократно. При однократном развертывании достигают точности отверстия по 2–3-му классу, а при двух- или трехкратном развертывании можно достигнуть точности по 1–2-му классу. Чистота поверхности отверстия при развертывании может

быть доведена до $\nabla 7$ – $\nabla 8$.

Нарезание резьбы (рисунок 1,з) производят после сверления отверстия под размер нарезаемой резьбы метчиками различных конструкций. При этом необходим обратный ход шпинделя (реверсирование) для вывертывания метчика из заготовки после нарезания резьбы. Исключения составляют так называемые падающие метчики, выпадающие из гнезда шпинделя, и специальные гаечные метчики, у которых нарезанные гайки перемещаются последовательно на гладкую часть стержня метчика.

Зенкование (рисунок 1,д) применяют после сверления отверстий для снятия фаски, например под потайную головку винта.

Цекование (рисунок 1,е) предусмотрено для подрезки торца бобышки заготовки или для получения ступенчатого отверстия. Эту операцию выполняют специальным инструментом – цековкой, которая имеет переставной резец 1, устанавливаемый по размеру диаметра обрабатываемой поверхности, и направляющую часть 2 для обеспечения соосности поверхностей ступенчатого отверстия.

Кроме перечисленных основных работ, на сверлильных станках можно выполнять и другие виды обработки отверстий специальными инструментами, например фасонные выточки на цилиндрической и торцевой поверхностях отверстий.

При сверлении глубоких отверстий на обычных сверлильных станках спиральные сверла не могут обеспечить правильного направления и прямолинейности оси отверстия. В этих случаях происходит увод сверла в сторону от направления, заданного осью вращения шпинделя, так как спиральные сверла сравнительно слабо обеспечивают прямолинейность направления осевого движения режущих кромок. Прямолинейность оси отверстия обеспечивается лишь жесткостью сверла и направляющим действием ленточек, расположенных вдоль канавок сверла и скользящих по просверленной части отверстия.

При неодинаковой заточке обеих режущих кромок сверла или же неравномерного их затупления сверло также начинает «уводить» ось отверстия в сторону от оси вращения шпинделя. На увод сверла большое влияние оказывает работа сверла в начальный момент сверления, когда резание производят лишь поперечной кромкой, перпендикулярной к оси сверла. Кроме того, наличие значительных упругих деформаций сверла при работе (продольного изгиба), зазоров в подшипниках шпинделя, неравномерного налипания стружки на главные и вспомогательные режущие кромки сверла создают условия для увода сверла в сторону от оси шпинделя.

Для предотвращения увода сверла или искривления оси отверстия при

глубоком сверлении применяют следующие способы и приемы работы:

– небольшие подачи, а также тщательную заточку сверла с соблюдением равномерности наклона обеих режущих кромок, наблюдение за износом сверла и налипанием металла на режущих и вспомогательных кромках; надлежащее охлаждение сверла;

– предварительное засверливание при помощи короткого сверла большого диаметра, которое особенно необходимо при сверлении отверстий сверлами небольших диаметров на револьверных станках и автоматах;

– сверление с направлением спирального сверла при помощи кондукторной втулки при сравнительно небольших отношениях длины отверстия к диаметру;

– сверление при вращающейся заготовке; в этом случае имеет место как бы самоцентрирование сверла в противоположность обычной его склонности к уходу.

Процессы сверления и рассверливания

На сверлильных станках производится два основных вида работ: *сверление и рассверливание*. Кроме того, на сверлильных станках можно выполнять зенкерование, развертывание, нарезание внутренней резьбы и т. д.

Сверление бывает обычное и глубокое. При обычном сверлении с целью получения сквозных отверстий применяют спиральные сверла с коническими или цилиндрическими хвостовиками. Первые закрепляют в шпинделе станка непосредственно или при помощи переходных конусных втулок (рисунок 2, *а*), вторые – при помощи двух- и трехкулачковых сверлильных патронов (рисунок 2, *б*) вручную или ключом.

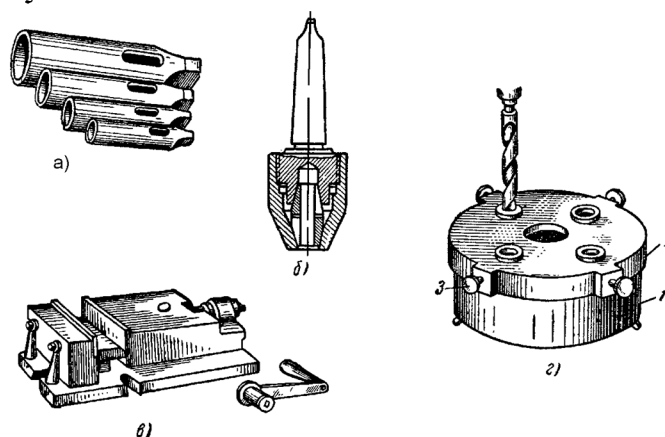


Рисунок 2 - Принадлежности и приспособления к сверлильным станкам:

а – переходные конусные втулки;

б – патрон для закрепления сверл с цилиндрическими хвостовиками;

в – машинные тиски;

г – накладной кондуктор;

1 – обрабатываемая деталь; *2* – кондуктор; *3* – винт

Установку и зажим обрабатываемой детали на столе станка в зависимости от ее формы и размеров производят в машинных тисках, в универсальном (переставном) угольнике, призмах для установки круглых деталей, накладных и коробчатых кондукторах и т. д.

Чаще всего применяют машинные тиски (рисунок 2, в) и кондукторы – специальные приспособления, изготавливаемые по форме обрабатываемой детали. С помощью кондукторов сверление можно вести без предварительной разметки детали. При пользовании накладным кондуктором (рисунок 2, г) обрабатываемую деталь 1 закрепляют в машинных тисках или непосредственно на столе станка; кондуктор 2 накладывают и укрепляют боковыми винтами 3 на той части поверхности детали, где нужно просверлить отверстие.

Глухие отверстия сверлят при помощи упорных приспособлений, имеющих на сверлильном станке, или упорной втулки, закрепляемой непосредственно на сверле.

При глубоком сверлении, когда глубина отверстия превышает его диаметр в 5 раз и более, обычно применяют специальные сверла:

- 1) ружейные – для сверления отверстий диаметром до 25 мм;
- 2) пушечные одностороннего резания – для сверления отверстий диаметром более 25 мм;
- 3) трубчатые – для кольцевого сверления отверстия диаметром более 80мм (процесс резания происходит по кольцевой поверхности) и др.

Сверление производят на горизонтально-сверлильных (глубокосверлильных) станках с вращением обрабатываемой детали и продольной подачей сверла, что уменьшает вероятность увода последнего от оси отверстия. Деталь закрепляют в кулачках патрона и в люнете.

Рассверливание – вторичная обработка сверлом большего диаметра ранее просверленного отверстия. Вторичная обработка применяется для отверстий диаметром более 30 мм. Сверла больших диаметров имеют перемычки значительных размеров, поэтому при их использовании необходимы увеличенные усилия подачи. Кроме того, такие сверла часто дают отклонения от оси сверления.

Применяя данный вид обработки, сначала делают отверстие меньшего диаметра (0,2–0,4 диаметра заданного отверстия), затем рассверливают его сверлом заданного диаметра.

Инструмент для сверления и обработки отверстий

Наиболее распространенным режущим инструментом при сверлении являются спиральные сверла.

Спиральное сверло (рисунок 3) состоит из рабочей части, шейки и хвостовика. Рабочая часть, в свою очередь, подразделяется на режущую и направляющую, или центрирующую.

В направляющей части сверла расположены две спиральные канавки 1 и 2 для отвода стружки из просверливаемого отверстия, а также две ленточки 3 и 4 для уменьшения трения сверла о стенки отверстия, улучшения отвода тепла при нагреве инструмента и обеспечения направления сверла в отверстие.

Режущая часть сверла имеет две главные режущие кромки 5 и 6, перемычку, или поперечную кромку, 7 и две задние поверхности 8.

Угол при вершине сверла 2φ , образуемый режущими кромками, выбирают в зависимости от твердости и хрупкости обрабатываемого материала. Для обработки стали и чугуна средней твердости берут сверла с углом при вершине в пределах $116\text{--}118^\circ$, для закаленной стали – 125° , для латуни и бронзы – $130\text{--}140^\circ$. Угол наклона винтовой канавки ε принимают равным $24\text{--}30^\circ$.

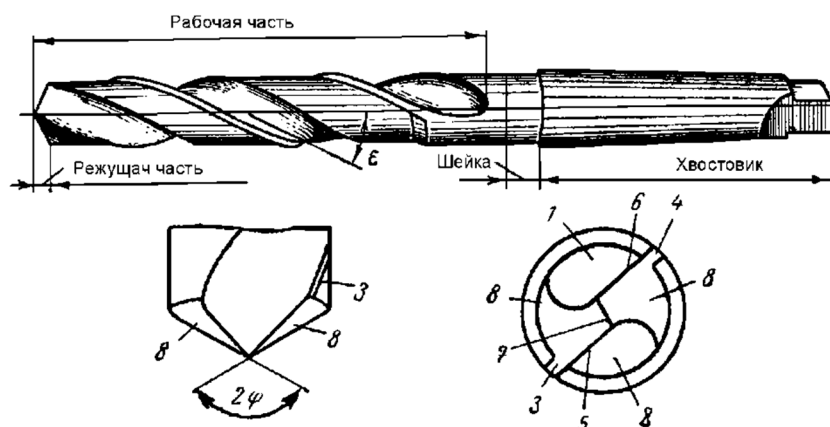


Рисунок 3 - Спиральные сверла, его части и элементы:

1, 2 – спиральные канавки; 3, 4 – ленточки; 5, 6 – режущие кромки; 7 – перемычка; 8 – задняя поверхность

Спиральные сверла изготавливают из высококачественной инструментальной и быстрорежущей стали, а также из твердых сплавов. Диаметр спиральных сверл обычно изменяется от 0,25 до 80 мм.

Для дальнейшей обработки отверстий, полученных после сверления, литья или штамповки, применяют зенкерование и развертывание.

Зенкерование обеспечивает получение отверстий 3–5-го классов точности и 4–5-го классов чистоты; при развертывании получают отверстия 2–3-го классов точности и 7–8-го классов чистоты.

Режущим инструментом при зенкеровании и развертывании служат зенкеры и развертки.

Зенкер (рисунок 4) имеет рабочую часть, шейку и хвостовик; первая, в

свою очередь, делится на режущую, или заборную, часть и калибрующий участок.

Режущая часть зенкера состоит из срезанной торцевой части – сердцевины 1 и трех или четырех режущих кромок 2. Каждая режущая кромка образована передней 3 и задней 4 поверхностями. Угол при вершине 2φ выбирают в пределах $90\text{--}120^\circ$.

Калибрующий участок зенкера имеет три или четыре винтовые канавки и ленточки 5. Последние являются направляющими элементами зенкера, обеспечивают большую точность обработки, препятствуя возможному отклонению инструмента в сторону. Угол наклона винтовых канавок равен $10\text{--}30^\circ$.

По виду обрабатываемых отверстий зенкеры разделяют на цилиндрические, конические и комбинированные. Кроме цельных, применяют насадные зенкеры и зенкеры с напаянными пластинками из твердых сплавов.

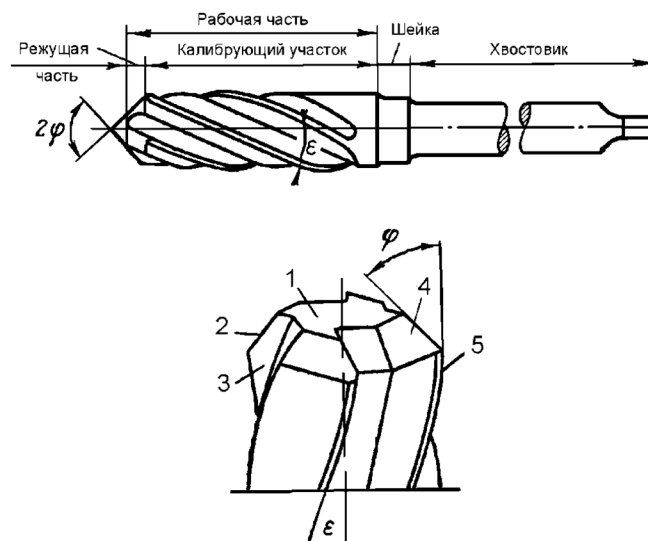


Рисунок 4 - Зенкер, его части и элементы:

- 1 – сердцевина;
- 2 – режущая кромка;
- 3 – передняя поверхность режущей кромки;
- 4 – задняя поверхность режущей кромки;
- 5 – ленточка

Развертка (рисунок 5,а) так же как и зенкер, имеет рабочую часть, шейку и хвостовик. В рабочую часть входят направляющий конус l_1 , режущая часть l_2 , калибрующий участок l_3 и обратный конус l_4 .

Основную работу выполняет режущая часть l_2 , каждый зуб которой имеет главную режущую кромку 1, переднюю 2, затылочную 3 и заднюю 4 поверхности (рисунок 5,б). Главная режущая кромка 1 расположена по отношению к передней кромке под углом ω . По передней поверхности

сходит срезанная стружка; благодаря затылочной поверхности уменьшается трение зуба о развернутую поверхность. Как и у резцов, зуб развертки изготавливают с тремя углами – передним γ , задним α и углом заострения β (рисунок 5, в).

Заборная часть, или направляющий конус l_1 , имеет угол 2φ , равный для ручной развертки $1-3^\circ$, для машинной развертки при обработке стали $8-10^\circ$, для чугуна $20-30^\circ$. Угол заборного конуса 2φ влияет на осевое усилие: чем он больше, тем больше потребное осевое усилие.

Калибрующая часть l_3 обеспечивает калибровку отверстия и заданное направление развертки.

Следующий за калибрующей частью обратный конус (с разностью между наибольшим и наименьшим диаметрами $0,01-0,08$ мм) служит для уменьшения трения развертки о поверхность отверстия.

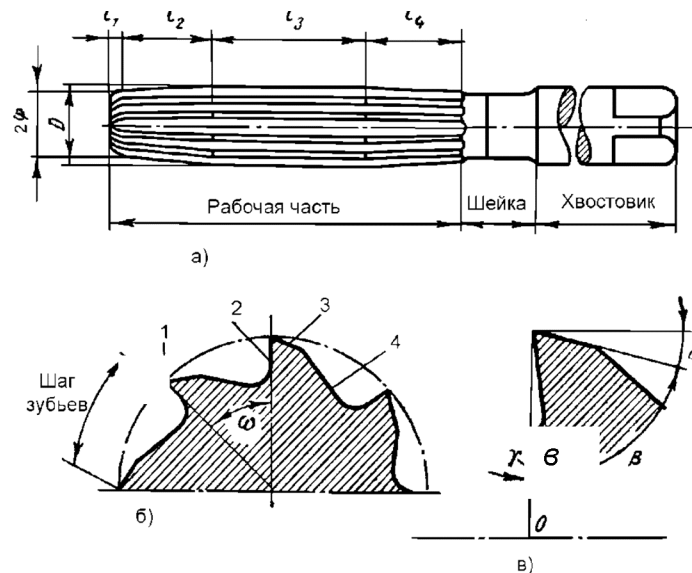


Рисунок 5 - Развертка, ее части и элементы:

- 1 – главная режущая кромка;
- 2 – передняя поверхность;
- 3 – затылочная поверхность;
- 4 – задняя поверхность

Развертки бывают цилиндрические и конические, ручные и машинные. У машинных разверток рабочая часть значительно короче, чем у ручных. По конструктивному выполнению развертки делят на хвостовые и насадные, цельные и со вставными ножами. Для повышения производительности применяют развертки, оснащенные пластинками из твердых сплавов.

Основные схемы обработки отверстий

Для обработки отверстий резанием необходимо сочетание двух формообразующих движений: главного движения резания (D_r) в виде

быстрого вращения инструмента или заготовки вокруг оси обрабатываемого отверстия и движения подачи (D_s) в виде перемещения инструмента или заготовки вдоль оси отверстия. Таким образом, каждая точка режущих кромок инструмента совершает результирующее движение по винтовой траектории, расположенной на поверхности кругового цилиндра. В качестве оборудования при обработке отверстий используются станки сверлильно-расточной группы либо токарные станки.

За скорость главного движения резания при обработке отверстий принимают окружную скорость точки на максимальном диаметре обрабатываемой поверхности. Скорость резания (м/с) $v = \pi Dn$, где n — частота вращения инструмента или заготовки, c^{-1} ; D — наибольший диаметр обработки, м. На практике чаще используют зависимость, в которой время измеряют в минутах, а диаметр — в миллиметрах: $v = \pi Dn/1000$. Подачей на оборот S_0 (мм/об) называют расстояние, пройденное рассматриваемой точкой в направлении движения подачи за один оборот инструмента или заготовки. При применении многолезвийных инструментов для обработки отверстий целесообразно использовать подачу на зуб S_z (мм/зуб), соответствующую перемещению инструмента (заготовки) в направлении движения подачи за время поворота на один угловой шаг зубьев режущего инструмента. Между подачей на оборот S_0 и подачей на зуб S_z существует зависимость: $S_0 = S_z z$. При обработке отверстия в сплошном материале глубина резания t определяется как половина диаметра этого отверстия: $t = D/2$. При рассверливании, зенкеровании, развертывании и растачивании глубина резания определяется как полуразность диаметров до и после обработки: $t = 1/2 (D - d)$, мм. Срезаемый в процессе обработки отверстий слой металла характеризуется толщиной a и шириной b . За толщину срезаемого слоя принимают длину нормали к поверхности резания, проведенную через рассматриваемую точку режущей кромки и ограниченную сечением срезаемого слоя. Шириной срезаемого слоя b считается длина стороны сечения срезаемого слоя, измеренная по поверхности резания (рисунок 6).

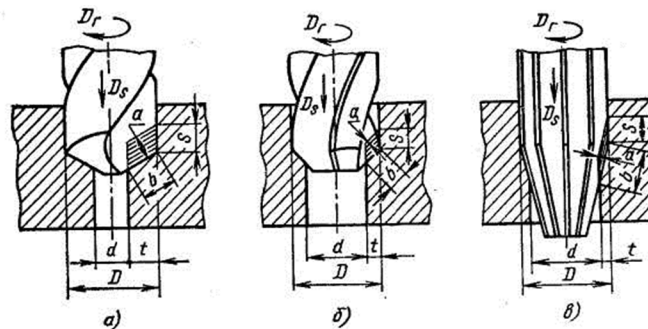


Рисунок 6 – Элементы режима резания и срезаемого слоя при рассверливании, зенкеровании и развертывании

Наиболее широкое распространение при обработке отверстий получили операции сверления (рисунок 6,а), зенкерования (рисунок 6,б), развертывания (рисунок 6,в), растачивания, нарезания внутренней резьбы и обработки центровых отверстий. В зависимости от требований чертежа некоторые из перечисленных операций дополняются обработкой бобышек и углублений вокруг отверстий. Для этих целей применяют (рис. 77): зенкерование цилиндрических углублений (рис. 77 а), зенкерование конических углублений (рис. 77, б) и цекование торцов бобышек (рис. 77,в, г), прилегающих к отверстиям.

Сверление используют при получении глухих и сквозных отверстий в сплошном материале. Обработанные отверстия имеют параметр шероховатости $Ra=12,5$ мкм и точность по 12—14-му качеству.

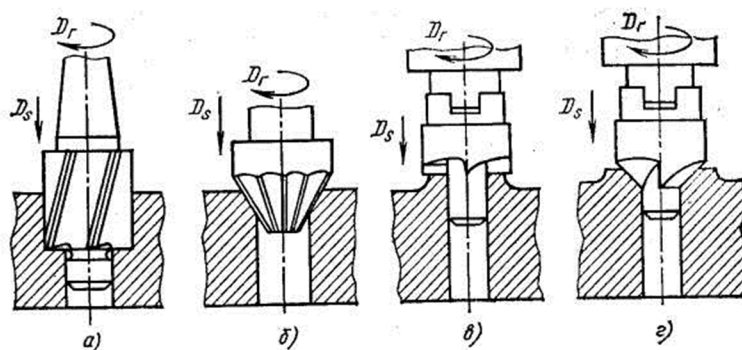


Рисунок 7 – Схема обработки углублений и бобышек зенкерами и цековками

Отверстия, обработанные сверлом, используют обычно для болтовых соединений либо для последующего нарезания резьбы.

Зенкерование применяют при обработке глухих и сквозных отверстий, предварительно обработанных сверлением либо полученных литьем или ковкой (штамповкой). Обработка при зенкеровании проводится многозубым инструментом — зенкером ($z=3 \dots 8$). Увеличенное по сравнению со сверлом число режущих зубьев зенкера позволяет получить при зенкеровании более точное по форме и размеру отверстие. При этом обеспечивается параметр шероховатости обработанных поверхностей $Ra=6,3$ мкм.

Глубина резания при зенкеровании увеличивается с возрастанием диаметра отверстия, ее назначают исходя из необходимости получения минимальности припуска под обработку. Она обычно составляет $(0,05-0,1) d_3$, где d_3 — диаметр отверстия, обработанного зенкерованием.

Развертывание выполняется обычно после зенкерования или растачивания и является финишной обработкой точных отверстий. Наибольшая точность и минимальная шероховатость при развертывании обеспечиваются в случае обработки за два перехода — черновое и чистовое

развертывание. В среднем при развертывании достигается точность, соответствующая 6—9-му качеству, и $Ra = 0,32 \dots 1,25$ мкм. Развертывание осуществляется развертками, представляющими собой многолезвийный инструмент с четным числом зубьев (обычно ≥ 4). Большое число режущих лезвий, малые толщины среза $a_z < 0,04$ мм и наличие калибрующей части обеспечивают высокую точность формы отверстия, но не могут исправить направление его оси. Получению малой шероховатости при развертывании способствует применение СОТС в основном в виде смазочных материалов. Для развертывания характерна очень малая глубина резания, которая в зависимости от диаметра отверстия составляет 0,1—0,4 мм.

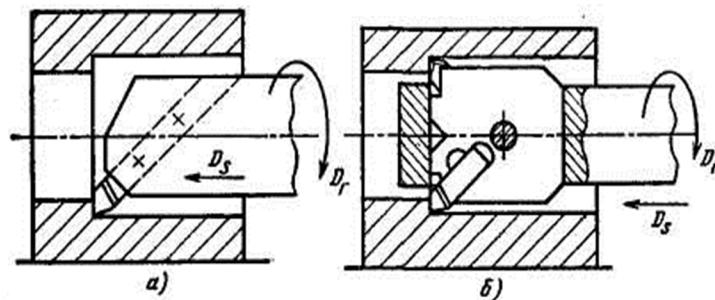


Рисунок 8 – Схема растачивания отверстий резцом и плавающим блоком

Наряду с зенкерованием и развертыванием для обработки отверстий повышенной точности широко используют растачивание. Основными схемами являются: растачивание резцом, закрепленным в консольной оправке или борштанге (рис. 8, а), и растачивание плавающим двухлезвийным блоком (рис. 8, б).

Растачивание резцом обеспечивает малое отклонение межосевого расстояния осей обрабатываемых отверстий, позволяет путем изменения положения резца обрабатывать отверстия разных диаметров и глубин. К недостаткам этой схемы растачивания относятся: значительная трудоемкость наладки; пониженная размерная стойкость расточного резца; необходимость специальных мер для бесрисочного вывода резца из обработанного отверстия. В среднем растачиванием обеспечивают шероховатость Ra — 0,32 мкм и точность, соответствующую 6—7-му качеству.

В настоящее время в качестве финишных методов обработки отверстий получили распространение методы поверхностного пластического деформирования (ППД), сходные по схеме обработки с резанием. В отличие от резания, где происходит срезание микронеровностей с обрабатываемой поверхности, при ППД микронеровности пластически деформируются гладкой рабочей частью инструмента. При такой обработке не только существенно снижается шероховатость, но и происходит упрочнение поверхностного слоя обрабатываемого отверстия.

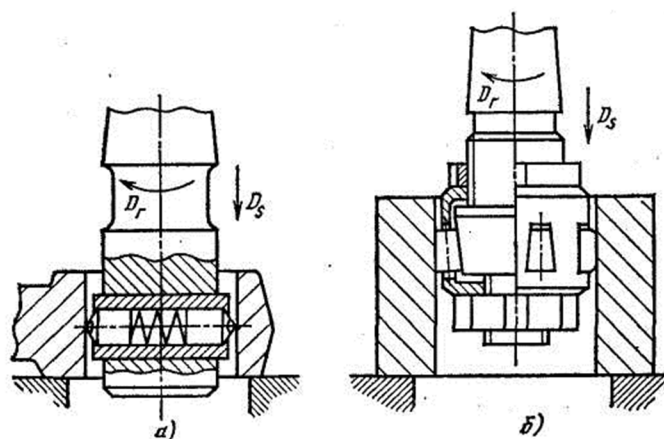


Рисунок 9 – Схемы обработки отверстий выглаживанием и накатыванием

Все схемы обработки отверстий методами ППД делятся на схемы выглаживания (рис. 9), в которых деформирующий элемент скользит по обрабатываемой поверхности, и схемы накатывания, где деформирующий элемент катится по обрабатываемой поверхности. Использование при выглаживании в качестве деформирующего элемента твердосплавного или алмазного наконечника с малым радиусом скругления рабочей поверхности ($R = 0,75 \dots 4,0$ мм) позволяет даже при малых силах (50—300 Н) проводить обработку ППД как мало жестких деталей, так и деталей из материалов высокой твердости 60—65 HRC₃. При выглаживании существенно снижается шероховатость обрабатываемой поверхности (до $Ra = 0,4$ мкм) и на 20—40 % упрочняется поверхностный слой.

По сравнению с выглаживанием накатывание более производительное и обеспечивает большую глубину упрочненного слоя. В то же время параметр шероховатости при накатывании больше, чем при выглаживании, и составляет для стальных деталей $Ra = 0,08 \dots 0,063$ мкм по сравнению с исходным $Ra = 12,5 \dots 6,3$ мкм.

Припуск под обработку ППД в среднем составляет 0,008—0,03 мм.

Элементы режима резания при сверлении

Элементами режима резания при сверлении являются: 1) скорость резания; 2) подача; 3) глубина резания; 4) площадь поперечного сечения среза; 5) машинное время.

Скоростью резания V при сверлении называют окружную скорость точки режущей кромки, наиболее удаленной от оси сверла.

Выбор скорости резания при сверлении зависит от ряда факторов – механических свойств обрабатываемого материала и металла режущей части сверла, диаметра сверла, величины подачи, стойкости инструмента, охлаждения, глубины сверления и т. д. Например, при работе сверла с

режущими кромками из твердосплавной пластинки ВК8 скорость резания стали колеблется в пределах 45–80 м/мин, чугуна – 50–95 м/мин.

Подача S равна величине перемещения сверла вдоль оси в миллиметрах за один оборот.

Глубину резания t при сверлении отверстий в сплошном материале принято считать равной половине диаметра сверла (рисунок 10).

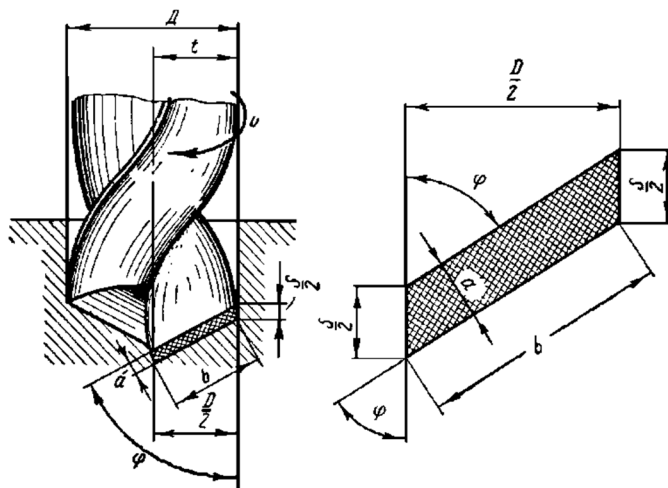


Рисунок 10 - Элементы режима резания при сверлении

Площадь поперечного сечения среза (сечение стружки), снимаемого двумя главными режущими кромками сверла за один оборот, определяют как удвоенное произведение толщины a на ширину среза b (рисунок 10).

Машинное время, потребное для сверления отверстий в сплошном теле, рассчитывают с учетом длины прохода, подачи и числа оборотов сверла.

Мощность резания при сверлении N_p определяют, исходя из крутящего момента сопротивления резанию $M_{кр}$ и числа оборотов сверла n в 1 мин, по формуле, кВт,

$$N_p = \frac{M_{кр} \cdot n}{716,2 \cdot 1000 \cdot 1,36},$$

где 716,2 – коэффициент перевода мощности из килограмм-метр в секунду в лошадиные силы при вращательном движении.

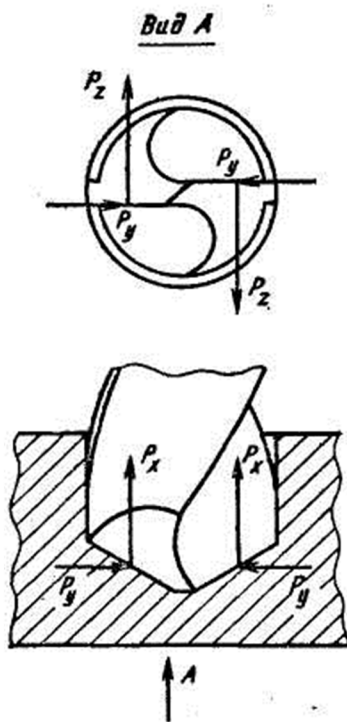
Силы резания и мощность при сверлении

Особенности стружкообразования при обработке отверстий наиболее ярко проявляются при сверлении. Так, при сверлении наблюдается значительная усадка стружки, неравномерная вдоль главных режущих кромок и возрастающая на участках, близких к оси. Это возрастание объясняется малыми скоростями и большими углами резания в зонах, близких к оси. Усадка при сверлении также нарастает с увеличением глубины отверстия, что связано с увеличением трения стружки о стенки отверстия. Значительные деформации стружки и интенсивное трение между сверлом, стружкой и

стенками отверстия являются причиной увеличения сил резания, которое определяется особенностями физико-механических свойств обрабатываемого материала.

Равнодействующие сил резания, приложенных к режущим кромкам сверла, для удобства раскладывают на три взаимно перпендикулярные составляющие: главные составляющие сил резания P_z ; осевые составляющие P_x ; радиальные составляющие P_y .

Главные составляющие P_z создают на сверле крутящий момент, скручивающий сверло и действующий на механизм привода главного движения. Осевые составляющие (P_x) сжимают сверло вдоль продольной оси и действуют на механизм движения подачи. Радиальные составляющие (P_y) равны и направлены навстречу друг другу. При неодинаковой заточке режущих лезвий радиальные составляющие не уравниваются, что снижает точность обработки.



Так как в направлении перемещений D_r и D_s действуют соответственно составляющие P_z и P_x , то для них могут быть определены работа и мощность, затрачиваемые на резание: $N_{рез} = N_z + N_x$, где N_z , N_x — мощность, затрачиваемая соответственно на вращение и на движение подачи при сверлении. В большинстве случаев при сверлении $N_x \leq (0,5 \dots 2,0 \%) N_z$, и потому величиной N_x пренебрегают, считая $N_{рез} = N_z = Mn/9750$, где M — суммарный момент от сил сопротивления резанию, Н·м; n — частота вращения, мин⁻¹.

Важные для практических расчетов величины M и P_x определяют по эмпирическим формулам, приводимым в справочниках:

$$M = C_M d^x S_o^y K_M;$$

$$P_x = C_P d^x P S_o^y K_P,$$

где C_M и C_P — постоянные, зависящие от обрабатываемого материала; d — диаметр сверла; S_o — подача на оборот; x_M , x_P , y_P , y_M — показатели степени, полученные опытным путем; K_M , K_P — поправочные коэффициенты, учитывающие отличие фактических условий от условий опыта.

Величину $N_{рез}$ используют при выборе станка по мощности ($N_{ст} \geq N_{рез}$), а величину P_x — при проверке прочности механизма движения подачи по допустимой нагрузке.

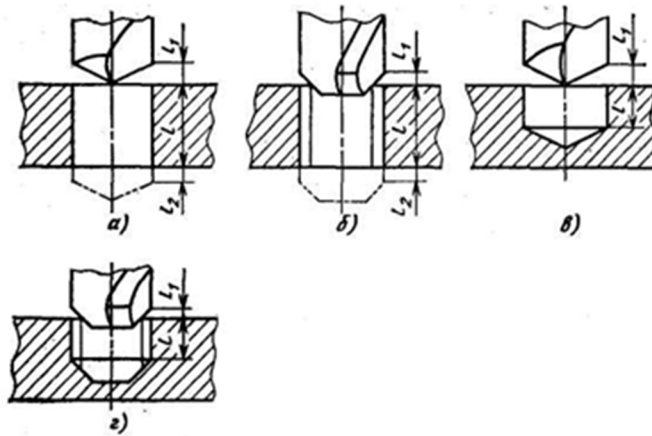


Рисунок 11 – Схема определения расчетной длины обработки

Определение основного времени

Основное время t_0 (мин) при обработке отверстий различными методами рассчитывают по общей формуле, составляющие которой определяются видом и условиями обработки:

$$t_0 = L_p / (n S_0).$$

Расчетная длина (рисунок 81) $L_p = l_1 + l + l_2$, где l_1 — длина врезания, зависящая от глубины резания t и угла ϕ на инструменте: $l_1 = t \operatorname{ctg} \phi$; l — длина обработки; l_2 — перебег инструмента; $(3 \dots 5) S_0 \leq l_2 \leq 2 \dots 3$ мм (рисунок 11, а, б), при обработке глухих отверстий $l_2 = 0$ (рис. 11, в, г); n — частота вращения инструмента или заготовки, мин⁻¹; S_0 — подача, мм/об.

При растачивании отверстий за несколько рабочих проходов (i) формула для расчета t_0 (мин) принимает вид $t_0 = L p i / (n S_0)$.

Контрольные вопросы:

1. Какие основные виды обработки можно выполнять на сверлильных станках?
2. В каком порядке производятся операции полной обработки отверстия?
3. Какой инструмент используют после сверления (или растачивания) для получения точных отверстий?
4. Какой инструмент используют после сверления (или растачивания) для получения отверстия с минимальной шероховатостью?
5. Почему при определении расчетной длины резания учитывают длину врезания и перебега инструмента?