

Тема 1.3.2 Слесарная обработка отверстий

I. Сверление

1. Сущность и назначение сверления. Сверла

Сверлением называется процесс образования отверстий в сплошном материале режущим инструментом – сверлом.

Сверление применяется:

- для получения не ответственных отверстий, невысокой степени точности и невысокого класса шероховатости, например, под крепежные болты, заклепки, шпильки и т. д.;
- для получения отверстий под нарезание резьбы, развертывание и зенкерование.

Рассверливанием называется увеличение размера отверстия в сплошном материале, полученного литьем, ковкой, штамповкой или другими способами.

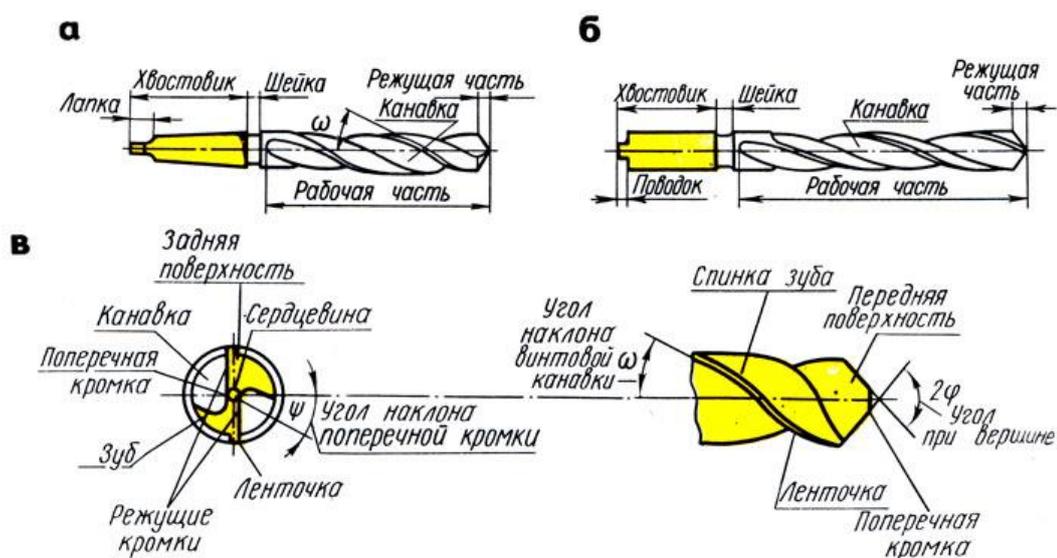


Рис. 179. Спиральные сверла (а, б), элементы сверла (в)



Рис. 180. Канавки и режущие кромки спирального сверла

Сверлением и рассверливанием можно получить отверстие 10-го, в отдельных случаях 11-го качества и шероховатость поверхности 320 80. Когда требуется более высокое качество поверхности отверстия, его (после сверления) дополнительно зенкеруют и развертывают.

Точность сверления в отдельных случаях может быть повышена благодаря тщательному регулированию станка, правильно заточенному сверлу или сверлением через специальное приспособление, называемое кондуктором.

По конструкции и назначению различают сверла: спиральные и специальные (перовые или плоские, для кольцевого сверления, ружейные, комбинированные с другими инструментами, центровочные и др.).

Для сверления отверстий чаще применяют спиральные сверла и реже специальные.

Спиральное сверло (рис. 179, а, б, в) - двух зубый (двухлезвийный) режущий инструмент, состоящий из двух основных частей: рабочей и хвостовика.

Рабочая часть сверла в свою очередь состоит из цилиндрической (направляющей) и режущей частей. На цилиндрической части имеются две винтовые канавки, расположенные одна против другой. Их назначение - отводить стружку из просверливаемого отверстия во время работы сверла. Канавки на сверлах имеют специальный профиль, обеспечивающий правильное образование режущих кромок сверла и необходимое пространство для выхода стружки (рис. 180).

Форма канавки и угол наклона α (омега) между направлением оси сверла и касательной к ленточке должны быть такими, чтобы, не ослабляя сечения зуба, обеспечивалось достаточное стружечное пространство и легкий отвод стружки. Однако сверла (особенно малого диаметра) с увеличением угла наклона винтовой канавки ослабляются. Поэтому у сверл малого диаметра этот угол делается меньше, для сверл больших диаметров - больше. Угол наклона винтовой канавки сверла составляет 18 - 45°. Для сверления стали пользуются сверлами с углом наклона канавки 26 - 30°, для сверления хрупких металлов (латунь, бронза) - 22 - 25°, для сверления легких и вязких металлов - 40 - 45°, при обработке алюминия, дюралюминия и электрона - 45°.

В зависимости от направления винтовых канавок спиральные сверла подразделяют на правые (канавка направлена по винтовой линии с подъемом слева направо, движение сверла во время работы происходит против хода часовой стрелки) и левые (канавка направлена по винтовой линии с подъемом справа налево, движение происходит по ходу часовой стрелки). Левые сверла применяют редко.

Расположенные вдоль винтовых канавок сверла две узкие полоски на цилиндрической поверхности сверла называются ленточками. Они служат для уменьшения трения сверла о стенки отверстия, направляют сверло в отверстие и

способствуют тому, чтобы сверло не уводило в сторону. Сверла диаметром 0,25 - 0,5 мм выполняются без ленточек.

Уменьшение трения сверла о стенки просверливаемого отверстия достигается также тем, что рабочая часть сверла имеет обратный конус, т. е. диаметр сверла у режущей части больше, чем на другом конце у хвостовика. Разность этих диаметров составляет 0,03 - 0,12 мм на каждые 100 мм сверла. У сверл, оснащенных пластинками из твердых сплавов, обратная конусность применяется от 0,1 до 0,3 мм на каждые 100 мм длины сверла.

Зуб – это выступающая с нижнего конца часть сверла, имеющая режущие кромки.

Зуб сверла имеет спинку, представляющую собой углубленную часть наружной поверхности зуба, и заднюю поверхность, представляющую собой торцовую поверхность зуба на режущей части.

Поверхность канавки, воспринимающая давление стружки, называется передней поверхностью. Линия пересечения передней и задней поверхностей образует режущую кромку. Линия, образованная пересечением задних поверхностей, представляет поперечную кромку. Ее величина зависит от диаметра сверла (в среднем равна 0,13 диаметра сверла).

Линия пересечения передней поверхности с поверхностью ленточки образует кромку ленточки.

Режущие кромки соединяются между собой на сердцевине (сердцевина - тело рабочей части между канавками) короткой поперечной кромкой. Для большей прочности сверла сердцевина постепенно утолщается от поперечной кромки и к концу канавок (к хвостовику).

Угол между режущими кромками – угол при вершине сверла 2ϕ оказывает существенное влияние на процесс резания. При его увеличении повышается прочность сверла, но одновременно резко возрастает усилие подачи. С уменьшением угла при вершине резание облегчается, но ослабляется режущая часть сверла.

Величина этого угла выбирается в зависимости от твердости обрабатываемого материала (град):

Сталь и чугун средней твердости	116—118
Стальные поковки и закаленная сталь	125
Латунь и бронза	130—140
Медь красная	125
Алюминий, баббит, электрон	130—140
Силумин	90—100
Магниеые сплавы	110—120
Эбонит, целлулоид	85—90
Мрамор и другие хрупкие материалы	80
Пластмассы	50—60

На рис. 181 показаны углы спирального сверла. Передняя поверхность зуба (клина) сверла образуется спиральной канавкой, задняя - боковой поверхностью конуса. Геометрические параметры режущей части сверла показаны на рис. 182 (см. сечение N-N).

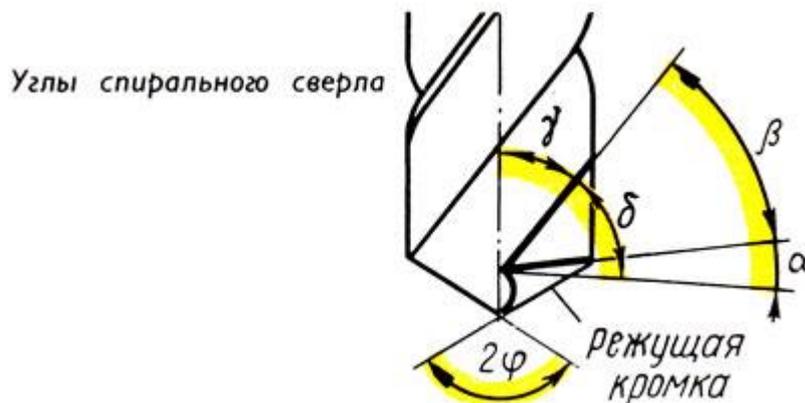


Рис. 181. Углы спирального сверла

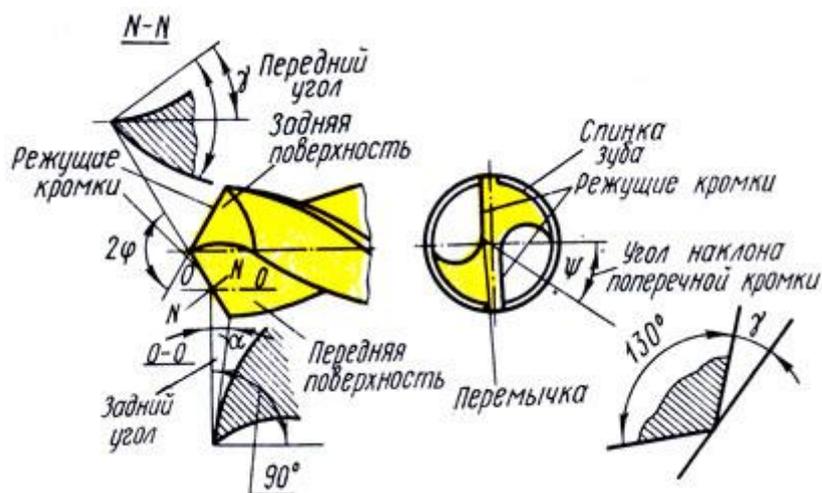


Рис. 182. Геометрические параметры режущей части спирального сверла

Передним углом γ (гамма) называют угол, заключенный между поверхностью резания (обработанной поверхностью) и касательной к передней поверхности (или передней грани).

Наличие переднего угла облегчает врезание инструмента, стружка лучше отделяется и получает возможность естественного схода.

С увеличением переднего угла улучшаются условия работы инструмента, уменьшается усилие резания, повышается стойкость. Вместе с тем ослабляется тело режущей части инструмента, которое может легко выкрашиваться, ломаться; ухудшается отвод тепла, что приводит к быстрому нагреву и потере твердости. Поэтому для каждого инструмента приняты определенные значения переднего угла. Передние углы меньше при обработке твердых и прочных материалов, а также при меньшей прочности инструментальной стали. В данном случае для снятия стружки требуются большие усилия и режущая часть инструмента должна быть прочнее. При обработке мягких, вязких материалов передние углы берутся больше.

Задний угол α (альфа) – это угол наклона задней поверхности, образуемый касательной к задней поверхности (или задней грани) и касательной к обрабатываемой поверхности. Задний угол дается для уменьшения трения задней поверхности (или задней грани) об обрабатываемую поверхность.

При слишком малых углах α повышается трение, увеличивается сила резания, инструмент сильно нагревается, задняя поверхность быстро изнашивается. При очень больших задних углах ослабляется инструмент, ухудшается отвод тепла.

Передние и задние углы сверла в разных точках режущей кромки имеют разную величину; для точек, расположенных ближе к наружной поверхности сверла, передний угол больше, и наоборот, для точек, расположенных ближе к центру, передний угол меньше. Если у периферии сверла (наружный диаметр) он имеет наибольшую величину ($25 - 30^\circ$), то по мере приближения к вершине сверла уменьшается до величины, близкой к нулю.

Как и передний, задний угол сверла изменяется по величине для разных точек режущей кромки: для точек, расположенных ближе к наружной поверхности сверла, задний угол меньше, а для точек, расположенных ближе к центру, – больше.

Угол заострения β образуется пересечением передней и задней поверхностей.

Величина угла заострения β (бета) зависит от выбранных значений переднего и заднего углов, поскольку

$$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ.$$

Хвостовики у спиральных сверл могут быть коническими и цилиндрическими. Конические хвостовики имеют сверла диаметром от 6 до 80 мм. Эти хвостовики образуются конусом Морзе. Сверла с цилиндрическими хвостовиками изготавливают диаметром до 20 мм. Хвостовик является продолжением рабочей части сверла.

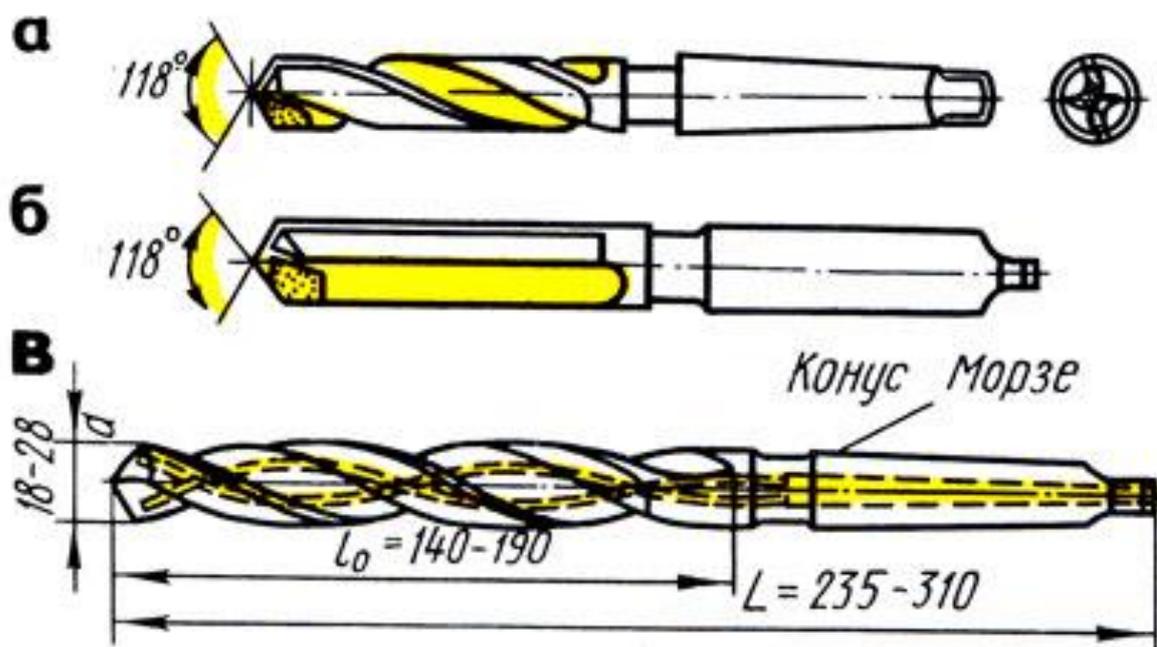


Рис. 183. Сверла, оснащенные пластинками из твердого сплава с винтовыми (а), прямыми (б) канавками, каналами для охлаждающей жидкости (в)

Сверла с коническим хвостовиком устанавливают непосредственно в отверстие шпинделя станка (или через переходные втулки) и удерживаются благодаря трению между хвостовиком и стенками конического отверстия шпинделя. Сверла с цилиндрическим хвостовиком закрепляют в шпинделе станка при помощи специальных патронов. На конце конического хвостовика имеется лапка (см. рис. 179, а), не позволяющая сверлу проворачиваться в шпинделе и служащая упором при выбивании сверла из гнезда. У сверл с цилиндрическим хвостовиком имеется поводок (см. рис. 179, б), предназначенный для дополнительной передачи крутящего момента сверлу от шпинделя.

Шейка сверла, соединяющая рабочую часть с хвостовиком, имеет меньший диаметр, чем диаметр рабочей части, служит для выхода абразивного круга в процессе шлифования, на ней обозначена марка сверла.

Спиральные сверла изготавливаются из углеродистой инструментальной стали У10 и У12А, легированной стали (хромистой марки 9Х и хромокремнистой 9ХС), быстрорежущей Р9, Р18.

Для изготовления сверл все шире применяют металлокерамические твердые сплавы марок ВК6, ВК8 и Т15К6. Наиболее распространенными являются спиральные сверла из быстрорежущей стали.

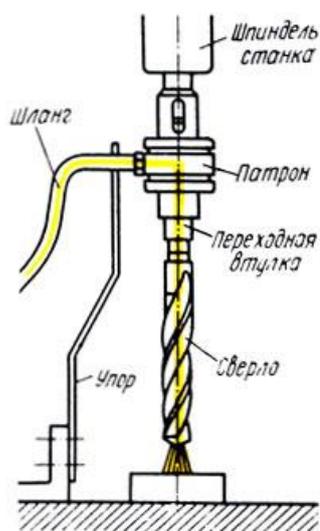


Рис. 184. Сверление с подводом охлаждающей жидкости к режущим кромкам

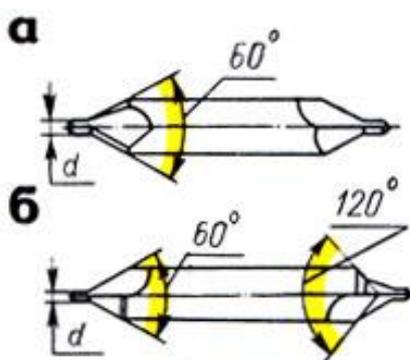


Рис. 185. Центровочные сверла:
а - без предохранительного конуса, б - с предохранительным конусом

Сверла, оснащенные пластинками из твердых сплавов (рис. 183, а, б), находят широкое применение при сверлении и рассверливании чугуна, закаленной стали, пластмасс, стекла, мрамора и других твердых материалов.

По сравнению со сверлами, изготовленными из инструментальных углеродистых сталей, они имеют значительно меньшую длину рабочей части, большой диаметр сердцевины и меньший угол наклона винтовой канавки. Эти сверла обладают высокой стойкостью и обеспечивают высокую производительность труда.

Существует несколько типов сверл диаметром от 5 до 30 мм, оснащенных твердыми сплавами типа ВК. Корпуса этих сверл изготавливаются из стали марок Р9, 9ХС и 40Х.

Сверла с винтовыми канавками обеспечивают значительно лучший выход стружки из отверстия, особенно при сверлении вязких металлов. Это достигается благодаря тому, что на длине 1,5 - 2 диаметра сверла винтовая канавка прямая, а далее к хвостовой части сверла винтовая.

Сверла с прямыми канавками применяют при сверлении отверстий в хрупких металлах. Они проще в изготовлении, но для сверления глубоких отверстий эти сверла применять нельзя, так как затрудняется выход стружки из отверстия.

Сверла с косыми канавками применяют для сверления неглубоких отверстий, так как длина канавок для выхода стружки у них очень мала.

Сверла с отверстиями для подвода охлаждающей жидкости к режущим кромкам сверла (рис. 183, в) предназначены для сверления глубоких отверстий в неблагоприятных условиях. Эти сверла имеют повышенную стойкость, так как охлаждающая жидкость, подаваемая под давлением 10 - 20 кгс/см² в пространство между наружной поверхностью сверла и стенками отверстия, обеспечивает охлаждение режущих кромок и облегчает удаление стружки.

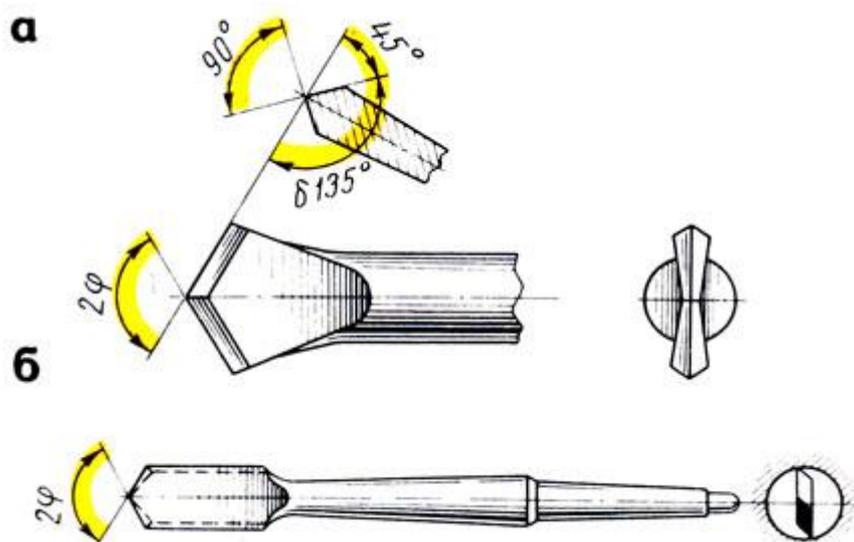


Рис. 186. Перовые сверла: а - двустороннее, б - одностороннее

Сверло крепят в специальном патроне, обеспечивающем подвод охлаждающей жидкости к отверстию в хвостовой части сверла. Эти сверла особенно эффективны при работе с жаропрочными материалами.

При сверлении отверстий сверлами со сквозными каналами режим резания повышается в 2 - 3 раза, а стойкость инструмента - в 5 - 6 раз. Сверление таким способом осуществляют на специальных станках в специальных патронах (рис. 184).

Твердосплавные монолитные сверла предназначены для обработки жаропрочных сталей. Эти типы сверл могут быть применены для работы на сверлильных машинах (материалом служит твердый сплав ВК15М) и для работы на токарных металлорежущих станках (твердый сплав ВК10М).

Корпуса твердосплавных сверл изготавливают из стали Р9, 9ХС, 40Х, 45Х. В сверлах прорезается паз под пластинку из твердого сплава, которую закрепляют медным или латунным припоем.

Комбинированные сверла, например, сверло-зенковка, сверло-развертка, сверло-метчик, применяют для одновременного сверления и зенкования, сверления и развертывания или сверления и нарезания резьбы.

Центровочные сверла служат для получения центровых отверстий в различных заготовках. Их изготавливают без предохранительного конуса (рис. 185, а) и с предохранительным конусом (рис. 185, б).

Перовые сверла наиболее просты в изготовлении, применяются для сверления неответственных отверстий диаметром до 25 мм, главным образом при обработке твердых поковок и отливок, ступенчатых и фасонных отверстий. Сверление, как правило, осуществляют трещотками и ручными дрелями.

Эти сверла изготавливают из инструментальной углеродистой стали У10, У12, У10А и У12А, а чаще всего из быстрорежущей стали Р9 и Р18.

Перовое сверло имеет форму лопатки с хвостовиком. Его режущая часть - треугольной формы с углами при вершине $2\varphi = 118 + 120^\circ$ и задним углом $\alpha = 10 \div 20^\circ$.

Перовые сверла подразделяют на двусторонние (рис. 186, а) и односторонние (рис. 186, б), наиболее распространенными являются двусторонние. Угол заточки одностороннего перового сверла принимается для стали в пределах $75 - 90^\circ$, а для цветных металлов - $45 - 60^\circ$. Угол заточки двустороннего перового сверла принимается $120-135^\circ$.

Перовые сверла не допускают высоких скоростей резания и непригодны для сверления больших отверстий, так как стружка из отверстия не отводится, а вращается вместе со сверлом и царапает поверхность отверстия. Кроме того, в процессе работы сверло быстро тупится, изнашивается, теряет режущие качества и уходит в сторону от оси отверстия.

2. Затачивание спиральных сверл

При сверлении затупившееся сверло очень быстро нагревается. При небрежном обращении сверло из быстрорежущей стали (P9, P18 и др.) может нагреться настолько, что произойдет отпуск стали и сверло станет негодным для работы (пережог сверла). При сверлении даже не очень твердых материалов на работающее тупое сверло требуется повышенное осевое давление, чтобы оно врезалось в металл. При сверлении текстолита и гетинакса происходит повышение нагревания сверла и легко может образоваться пережог сверла.

Чтобы повысить стойкость режущего инструмента и получить чистую поверхность отверстия, при сверлении металлов и сплавов пользуются охлаждающими жидкостями.

Ниже приведены рекомендации выбора охлаждающей жидкости в зависимости от просверливаемого материала.

<i>Просверливаемый материал</i>	<i>Рекомендуемая охлаждающая жидкость</i>
Сталь	Мыльная эмульсия или смесь минерального и жирных масел
Чугун	Мыльная эмульсия (или всухую)
Медь	Мыльная эмульсия или сурепное масло
Алюминий	Мыльная эмульсия (или всухую)
Дюралюминий	Мыльная эмульсия, керосин с касторовым или сурепным маслом
Силумин	Мыльная эмульсия или смесь спирта со скипидаром

Износ сверла в первой стадии может быть обнаружен по резко скрипящему звуку. Опытный рабочий безошибочно по звуку иногда устанавливает момент, когда сверло начинает затупляться. При работе изношенным сверлом температура резко возрастает и сверло быстро изнашивается, разбивает отверстие. Виды износа сверл показаны на рис. 187.

Виды износа сверла

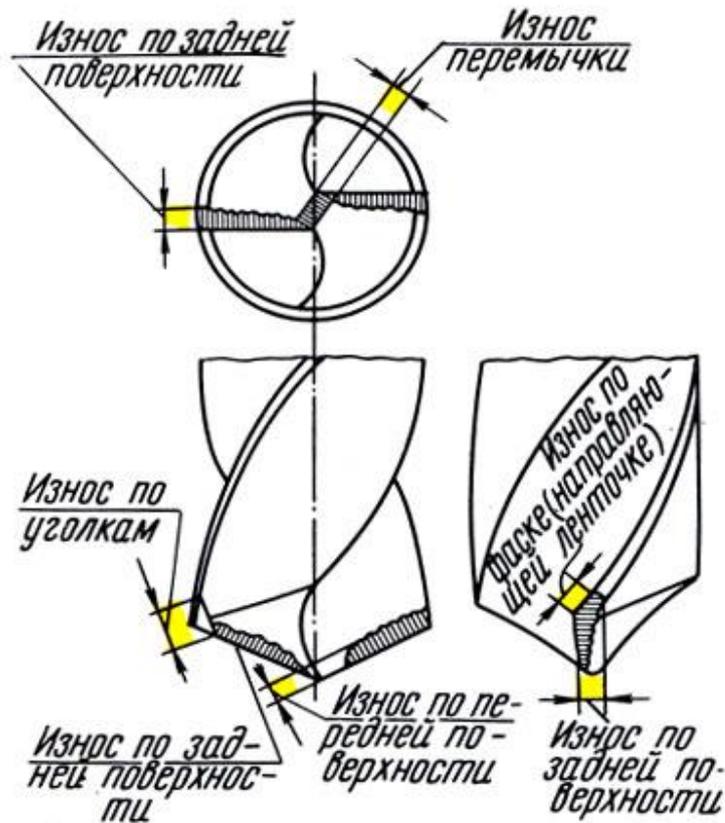


Рис. 187. Виды износа сверла

Как правило, заточка сверл выполняется централизованно в специальных мастерских специальными-заточниками, однако и слесарь обязан хорошо знать правила заточки и при необходимости уметь заправить сверло вручную на простом заточном станке.

Заточку выполняют в предохранительных очках (если на станке нет прозрачного экрана). Затачивают сверло вручную следующим образом.

Левой рукой удерживают сверло за рабочую часть как можно ближе к режущей части (конусу), а правой рукой охватывают хвостовик, слегка прижимая режущую кромку сверла к боковой поверхности шлифовального круга (рис. 188, а, б). Затем плавным движением правой руки, не отнимая сверло от круга, поворачивают (покачивают) его вокруг своей оси и, выдерживая правильный наклон и слегка нажимая на сверло, затачивают заднюю поверхность. Заточку ведут с охлаждением, периодически погружая конец инструмента в водно-содовый раствор. Заточенное сверло доводят на оселке или бруске.

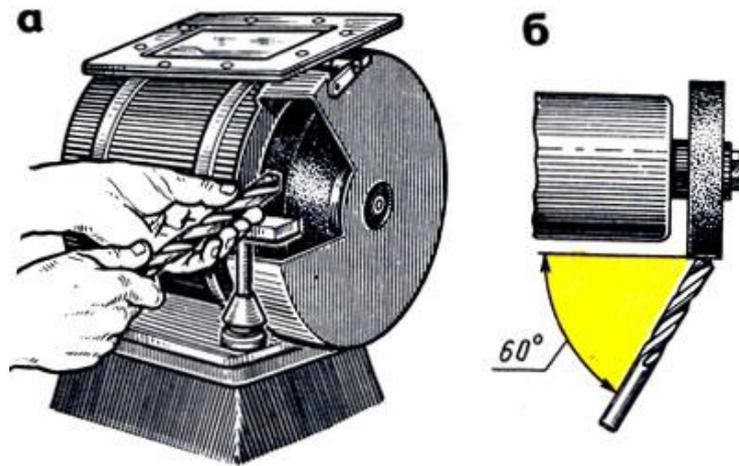


Рис. 188. Заточка сверла: а - положение сверла в руках, б - положение сверла относительно шлифовального круга

При этом следят за тем, чтобы режущие кромки были прямолинейны, имели одинаковую длину и были заточены под одинаковыми углами.

Угол заточки существенно влияет на режим резания, стойкость сверла и, следовательно, на производительность.

Сверла с режущими кромками разной длины или с разными углами их наклона будут сверлить отверстия больше своего диаметра, поэтому при заточке спирального сверла для сверления стали необходимо получить угол при вершине $116 - 118^\circ$.

При переточке спиральных сверл, особенно если это осуществляется вручную, увеличение диаметра отверстия из-за неточной заточки может достигнуть недопустимой величины. По этой причине спиральные сверла затачивают вручную только в случаях, когда их диаметр не превышает 10 мм. Сверла больших диаметров затачивают только на специальных (заточных) станках.

Качество заточки сверл проверяют специальными шаблонами с вырезами (рис. 189).

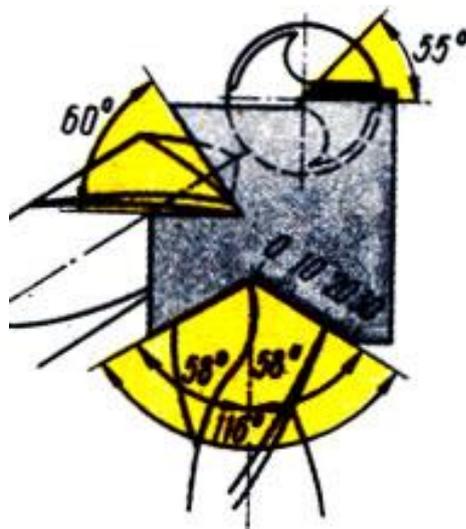


Рис. 189. Проверка качества заточки сверла

Шаблон с тремя вырезами (см. рис. 189) позволяет проверять длину режущей кромки, угол заточки, угол заострения, а также угол наклона поперечной кромки.

Наиболее совершенной конструкцией для измерения элементов режущих инструментов является прибор, состоящий из двух вращающихся на оси дисков (рис. 190, а-в).

Достоинство прибора - его универсальность, допускающая измерение углов заточки и элементов различных режущих инструментов - сверл, зубил, крейцмейселей и др.

Применение его исключает необходимость изготовления большого количества специальных шаблонов, ускоряет процесс проверки.

форма заточки оказывает влияние на стойкость спирального сверла и скорость резания, допускаемую для данного сверла. Сверла с обычной заточкой обладают рядом недостатков. У них переменный передний угол по длине режущей кромки. Причем у перемычки он приобретает отрицательное значение. В очень тяжелых условиях работает переходная часть сверла (от конуса к цилиндру), так как в ней действуют наибольшие нагрузки, при этом ухудшается отвод тепла.

Для улучшения условий работы сверл применяют специальные виды заточки (табл. 1).

3. Ручное и механизированное сверление

Сверление производится в основном на сверлильных станках. В тех случаях когда деталь невозможно установить на станок или когда отверстия расположены в труднодоступных местах, сверление ведут при помощи коловоротов, трещоток, ручных сверлильных машинок, электрических и пневматических ручных сверлильных машинок.

Трещотка применяется для сверления вручную отверстий больших диаметров до 30 мм, а также при обработке деталей в неудобных местах, когда нельзя применять сверлильный станок, электрическую или пневматическую сверлильную машинку.

Трещотка имеет шпиндель 2 (рис. 191), который входит в вилку 6 рукоятки 7. На одном конце шпинделя имеется отверстие для закрепления сверла 7, на другом нарезана прямоугольная резьба, на которую наворачивается длинная гайка 4, заканчивающаяся центром 5. Для сверления при помощи трещотки применяют скобу 9, позволяющую установить трещотку в определенном положении. Вращательное движение осуществляется храповым колесом 3, наглухо закрепляемым на шпинделе. Собачка В при повороте рукоятки на небольшой угол упирается в зуб храпового колеса и поворачивает его, а вместе с ним и шпиндель на тот же угол. Пружина все время поджимает собачку к храповому колесу.

Чередую поворот рукоятки на $\frac{1}{3}$ - $\frac{1}{4}$ оборота то в одну, то в другую сторону, осуществляют вращение шпинделя, который поворачивается только в одну сторону. В связи с тем что рукоятка имеет достаточную длину (300 - 400 мм), в значительной мере облегчается усилие рабочего движения. Величина подачи на один оборот сверла составляет 0,1 мм.

Ручная дрель (рис. 192) применяется для сверления отверстий диаметром до 10 мм. На шпинделе 7 установлено коническое зубчатое колесо 8, которое может соединяться с коническим колесом 3. В этом случае при вращении вала 2 рукояткой шпиндель 7 получает одну частоту вращения, а при соединении зубчатого колеса 7 с зубчатым колесом 6 и вращении рукоятки 5 шпиндель 7 будет иметь другую частоту вращения, поэтому эта дрель называется двухскоростной. Сверление ручной дрелью выполняют на низких и высоких подставках, а также с зажимом деталей в тисках. Приемы держания дрели при этом различны.

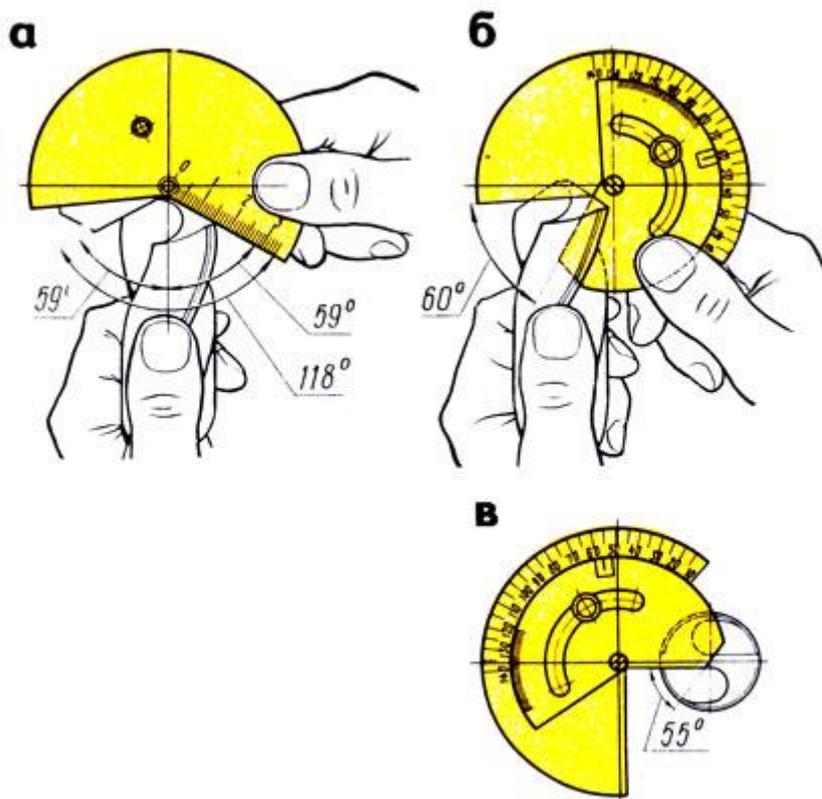


Рис. 190. Проверка элементов режущего инструмента прибором: а - угла при вершине, б - угла заострения, в - угла наклона поперечной кромки

Сверление на низкой подставке требует значительно меньшего давления на дрель, чем сверление на высокой подставке. При сверлении на низкой подставке (рис. 193,а) дрель держат правой рукой за рукоятку вращения, левой - за неподвижную рукоятку, а грудью упираются в нагрудник. Рукоятку вращают плавно, без рывков. Дрель держат строго вертикально, без качания, иначе сверло может сломаться.

Сверление на высокой подставке (рис. 193, б), как правило, выполняют на верстаке и в отличие от сверления на низкой подставке нажимают на дрель не грудью, а левой рукой, которой берут за нагрудник, а правой рукой - за рукоятку вращения. Слегка нажимая на нагрудник, выполняют пробное засверливание. Если отверстие размещено правильно, усиливают нажим левой рукой на нагрудник и продолжают сверлить до конца. При этом не допускают покачивания инструмента, чтобы не поломать сверла.

Сверление деталей, зажатых в тисках в вертикальном положении (рис. 193, в), является очень сложным, особенно в самом начале работы - сверло выходит из кернового углубления при малейшем ослаблении нажима или перекосе дрели. Деталь зажимают в тисках так, чтобы границы отверстия были расположены выше губок тисков более чем на половину диаметра патрона. Дрель держат в горизонтальном положении левой рукой за неподвижную рукоятку, а правой рукой за рукоятку вращения, выполняют пробное засверливание, вращая плавно рукоятку. При выходе сверла ослабляют нажим и уменьшают частоту вращения.

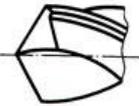
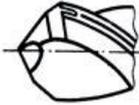
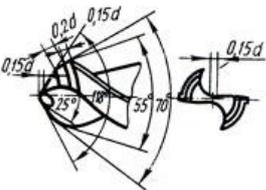
Вид заточки	Назначение и характеристика
<p>Одинарная (нормальная) — Н</p> 	<p>I. Для сверл диаметром до 12 мм</p> <p>Для сверл универсального применения при обработке стали, стального литья, чугуна. Угол заточки 2φ в соответствии с обрабатываемым материалом</p>
<p>Одинарная с подточкой перемычки — НП</p> 	<p>При обработке стального литья $\sigma_b \leq 50$ кгс/мм² с неснятой коркой. Подточка перемычки уменьшает ее длину, что улучшает условия резания</p>
<p>Одинарная с подточкой перемычки и ленточки — НПЛ</p> 	<p>II. Для сверл диаметром свыше 12 до 80 мм</p> <p>Для обработки стали, стального литья $\sigma_b > 50$ кгс/мм² со снятой коркой, чугуна с коркой. Подточка ленточки до ширины 0,1—0,2 мм на длине 3—4 мм уменьшает трение в наиболее напряженном участке сверла и улучшает условия резания</p>
<p>Двойная с подточкой перемычки — ДП</p> 	<p>Для обработки стального литья $\sigma_b \geq 50$ кгс/мм² с неснятой коркой и чугуна с неснятой коркой. Заточка под двумя углами: $2\varphi = 116—118^\circ$, дополнительный угол $2\varphi = 70—75^\circ$ (на длине 0,2 диаметра). Увеличивается длина режущей кромки, уменьшается толщина стружки, улучшается отвод тепла, значительно увеличивается стойкость</p>
<p>Двойная с подточкой перемычки и ленточки — ДПЛ</p> 	<p>Для сверл универсального применения при обработке стального литья $\sigma_b > 50$ кгс/мм² и чугуна со снятой коркой</p>
<p>Заточка по методу В. Жирова</p> 	<p>Кроме основной заточки с углом 118° два дополнительных угла: на длине $0,2d$ — 70° и на длине $0,15d$ — 55°. Подточкой прорезается перемычка. Рекомендуется для обработки хрупких материалов</p>

Таблица 1. Виды заточки сверл

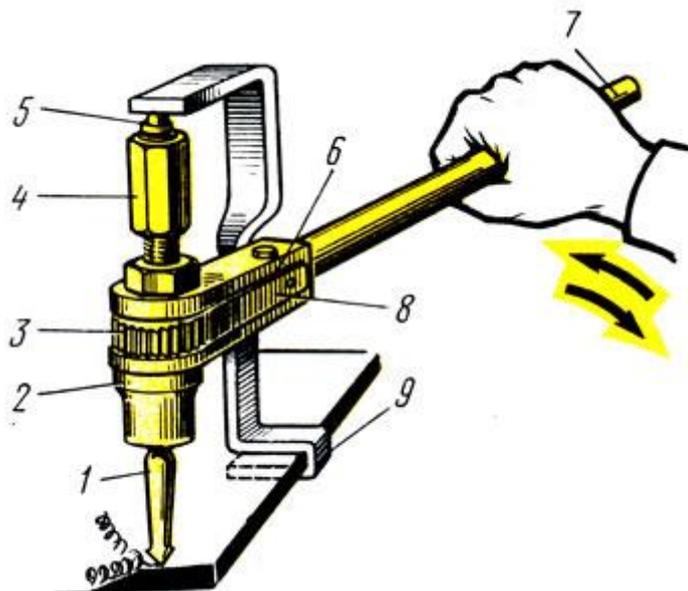


Рис. 191. Трещотка: 1 - сверло, 2 - шпиндель, 3 - храповое колесо, 4 - гайка, 5 - центр, 6 - вилка, 7 - рукоятка, 8 - собачка, 9 - скоба

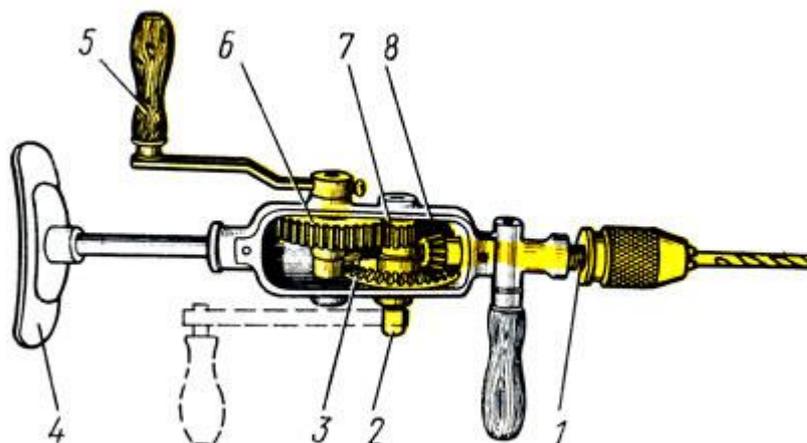


Рис. 192. Ручная дрель: 1 - шпиндель, 2 - вал, 3, 6, 7, 8 - зубчатые колеса, 4 - упор, 5 - рукоятка

Ручные сверлильные электрические машины применяют при монтажных, сборочных и ремонтных работах для сверления и развертывания отверстий. Они бывают:

легкого типа (рис. 194, а), предназначенные для сверления отверстий диаметром до 8 - 9 мм. Корпус таких машинок обычно имеет форму пистолета.

Из машин легкого типа наиболее распространенной является сверлильная машина И-90 (рис. 194, а). Электродвигатель универсальный коллекторный, работает на переменном или постоянном токе нормальной частоты напряжением 220 В;

среднего типа (рис. 194, б), обычно

имеющие одну замкнутую рукоятку на задней части корпуса; используют для сверления отверстий диаметром до 15 мм;

тяжелого типа (рис. 195) обычно имеющие две рукоятки на корпусе или две рукоятки и грудной упор. Такие машины применяют для сверления в стальных деталях отверстий диаметром до 20 - 30 мм.

В алюминиевый корпус 5 (см. рис. 195, а, б) электрической сверлильной машины тяжелого типа вмонтирован электродвигатель; на конце вала 7 электродвигателя имеется коническое отверстие, в которое вставляют сверло 6 или патрон. Удерживают ручную сверлильную электрическую машину во время работы обеими руками за рукоятки 2, жестко соединенные с корпусом, и устанавливают так, чтобы центр сверла точно совпадал с намеченным центром будущего отверстия; затем нажимают на специальный упор 4, расположенный в верхней части корпуса, и кнопкой 3, помещенной в рукоятке 2, включают электродвигатель 5.

Сверлильные машины изготовляют двух типов:

- прямые - с расположением оси шпинделя соосно или параллельно оси двигателя;
- угловые - с расположением оси шпинделя под углом к оси двигателя.

По направлению вращения машины изготовляют с односторонним направлением вращения и реверсивные.

Угловые машины (рис. 196) применяют для сверления отверстий в труднодоступных местах.

Ручные сверлильные электрические машины независимо от типа и мощности состоят из трех основных частей: электродвигателя с рабочим напряжением 220 или 36 В, зубчатой передачи и шпинделя.

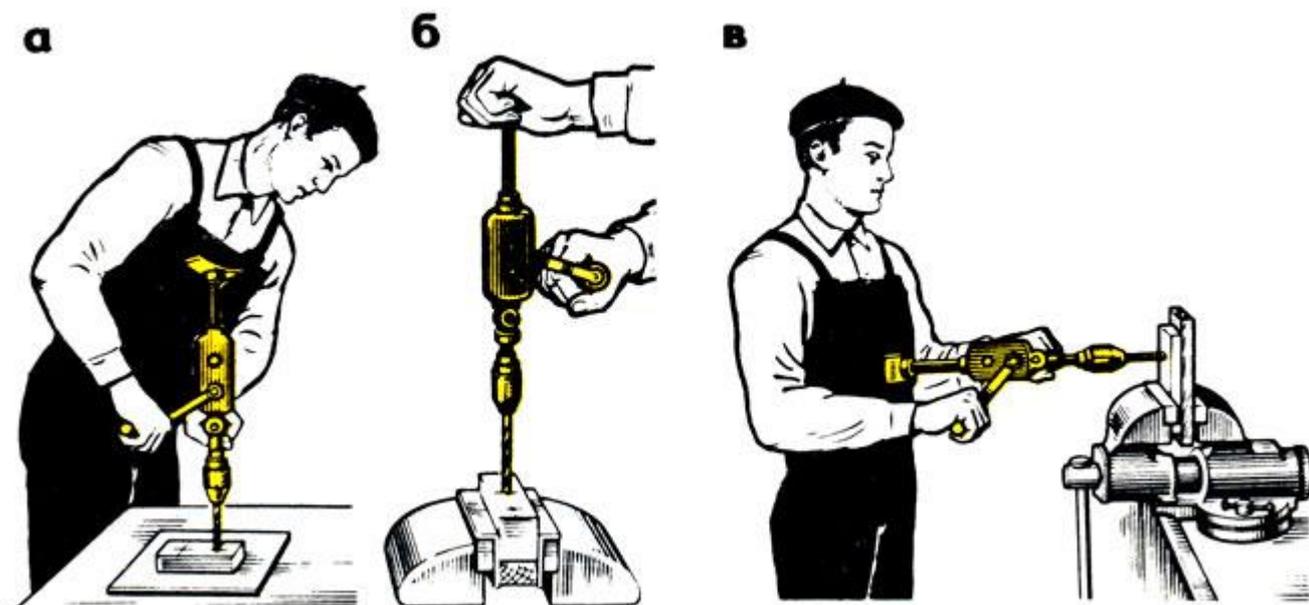


Рис. 193. Сверление ручной дрелью: а - на низкой подставке, б - на высокой подставке в тисках, в - в тисках при горизонтальном положении дрели

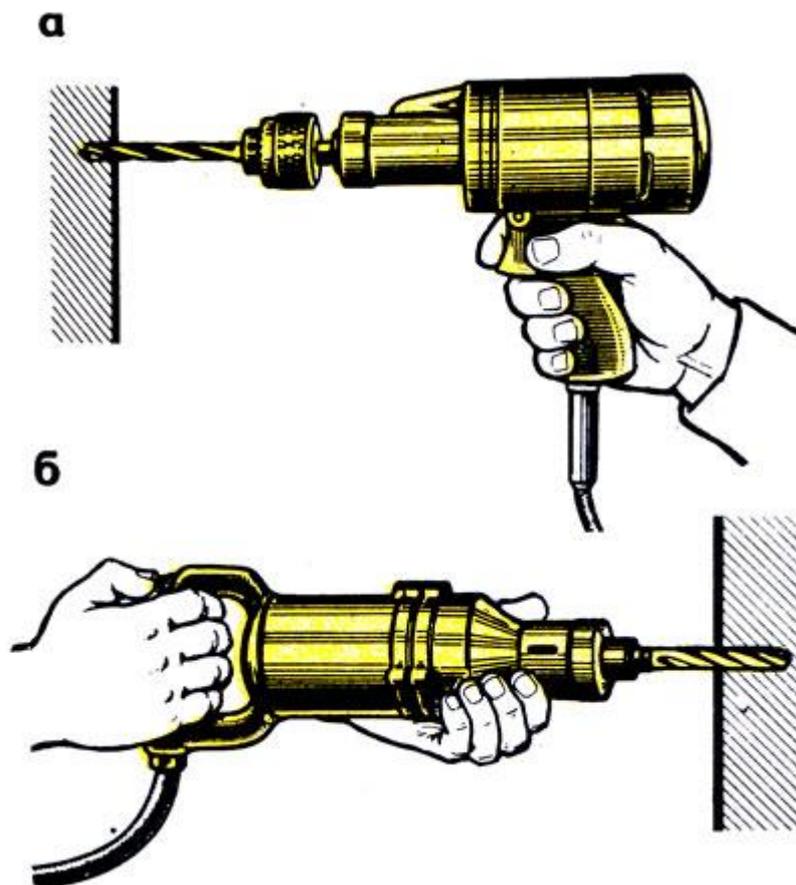


Рис. 194. Ручные сверлильные электрические машины: а - легкого типа, б - среднего типа

Меры предосторожности при работе ручными электрическими машинами:

работать только в резиновых перчатках и калошах; при отсутствии калош под ноги необходимо подкладывать резиновый коврик. Корпус ручных сверлильных электрических машинок должен быть заземлен (рис. 197);

перед включением ручной сверлильной электрической машины необходимо сначала убедиться в исправности проводки и изоляции и в том, соответствует ли напряжение в сети напряжению, на которое рассчитана данная машинка;

включать ручную сверлильную электрическую машину только при вынутом из просверленного отверстия сверле, а вынимать сверло из патрона только после выключения сверлильной машины;

периодически наблюдать за работой щеток электродвигателя машинки. Щетки должны быть хорошо пришлифованы (при нормальной работе не искрят);

при остановке машины, появлении искрения или запаха не разбирать машину на месте, а заменить ее годной из инструментальной кладовой.

Машины сверлильные пневматические ручные по сравнению с электрическими имеют небольшие размеры и массу. Привод этой пневматической машины допускает плавное регулирование частоты вращения при нажиме на пусковой курок. При перегрузке машинка автоматически

останавливается, чем предотвращается поломка сверла, в то время как перегрузка сверлильной электрической машинки приводит к перегоранию ее обмотки, т. е. к порче машинки.

Для сверления отверстий в деталях, изготовленных из алюминиевых и магниевых сплавов и мягких сталей, применяются машинки сверлильные пневматические ручные с частотой вращения шпинделя до 3500 об/мин, а для сверления отверстий в деталях из легированных сталей - с частотой вращения шпинделя до 1000 об/мин.

На рис. 198 показана ручная сверлильная пневматическая машинка Д-2. Это машинка массой 1,8 кг, частотой вращения шпинделя 2500 об/мин при давлении воздуха 5 кгс/см². Пневмодвигатель машинки Д-2 роторного типа. Ротор расположен в статоре эксцентрично и образует при этом серповидную камеру. Сжатый воздух поступает в камеру между ротором и статором и давит на рабочие лопатки, заставляя ротор вращаться.

При помощи удлиненных угловых и кондукторных насадок, закрепляемых на корпусе машины, можно производить сверление в труднодоступных местах.

На рис. 199 показана пневматическая сверлильная машинка РС-8 с насадкой, расположенной под углом 20°. Корпус этой насадки закрепляют на машинке барашком 4. В трубке 2 насадки размещен шарнирный вал, который вращает цанговую оправку со сверлом 3.

Устройства для крепления и подвешивания механизированного инструмента. Возможности использования электрических и пневматических сверлильных машинок значительно

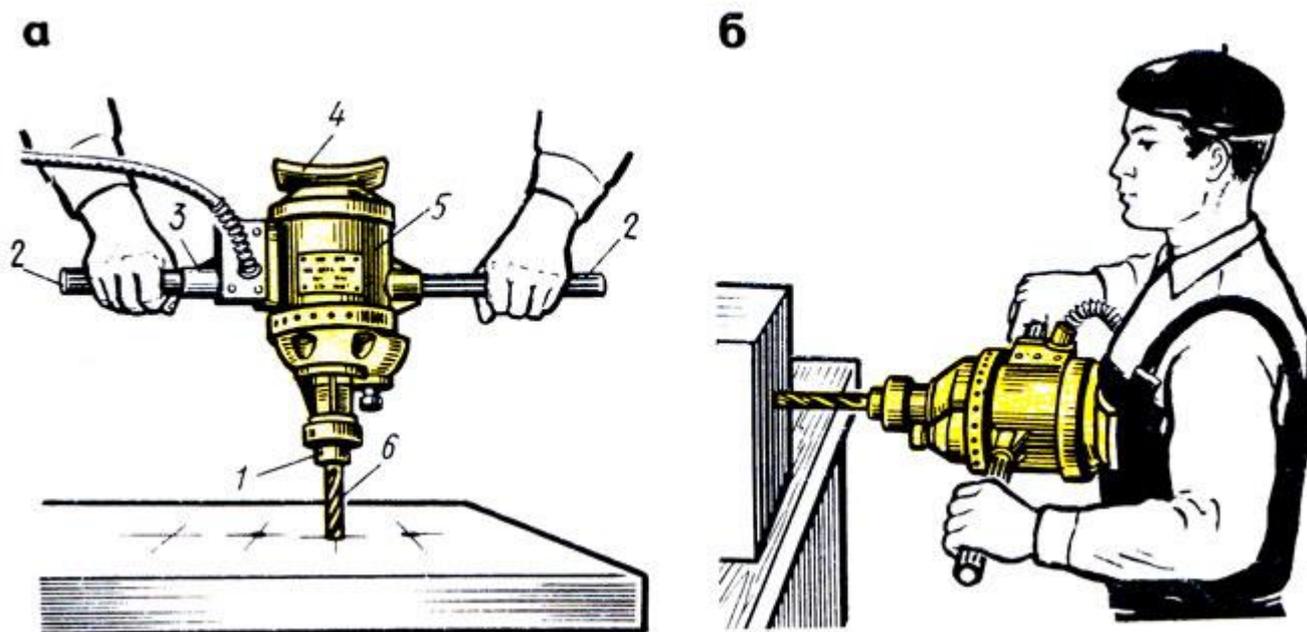


Рис. 195. Ручная электрическая сверлильная машина тяжелого типа: а - вертикальное сверление, б - горизонтальное сверление

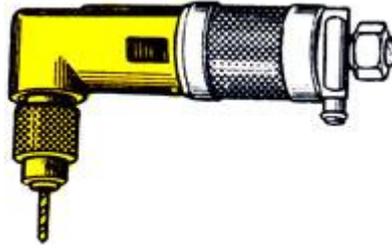


Рис. 196. Ручная электрическая угловая сверлильная машина



Рис. 197. Безопасная работа сверлильной электрической машиной

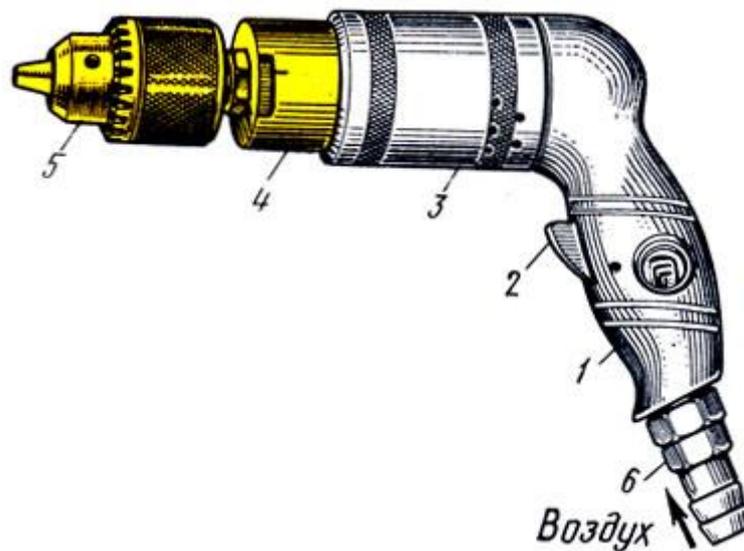


Рис. 198. Ручная пневматическая сверлильная машина Д-2:

1 - рукоятка, 2 - курок, 3 - корпус пневмодвигателя, 4 - корпус шпинделя, 5 - трехкулачковый патрон, 6 - штучер

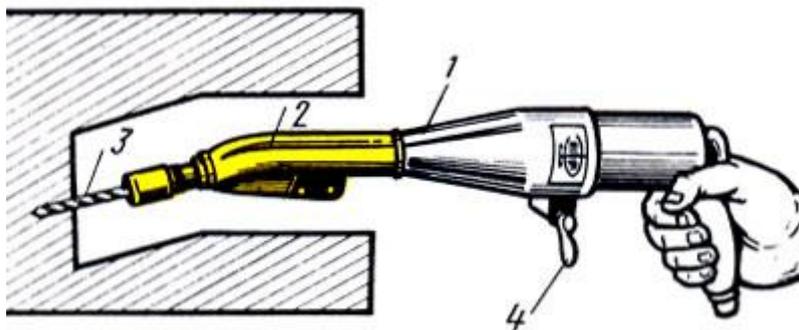


Рис. 199. Пневматическая сверлильная машина PCS с угловой насадкой:

1 - корпус, 2 - трубка, 3 - сверло, 4 - барашек расширяются при условии применения несложных приспособлений

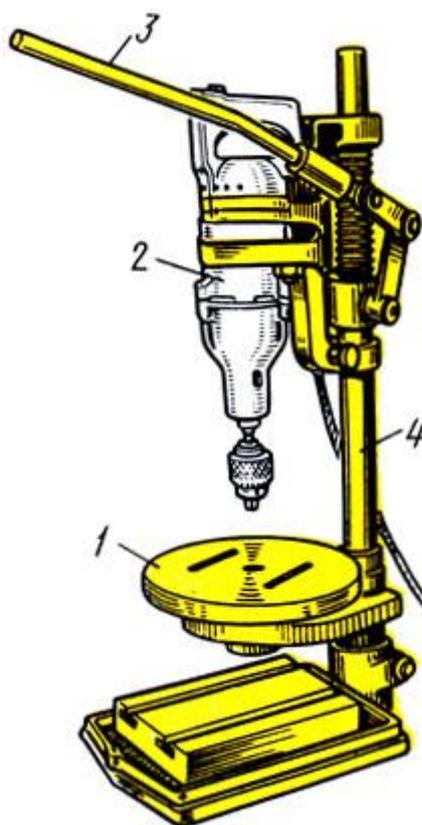


Рис. 200. Сверлильная установка: 1 - стоп, 2 - машина, 3 - рычаг, 4 - стойка

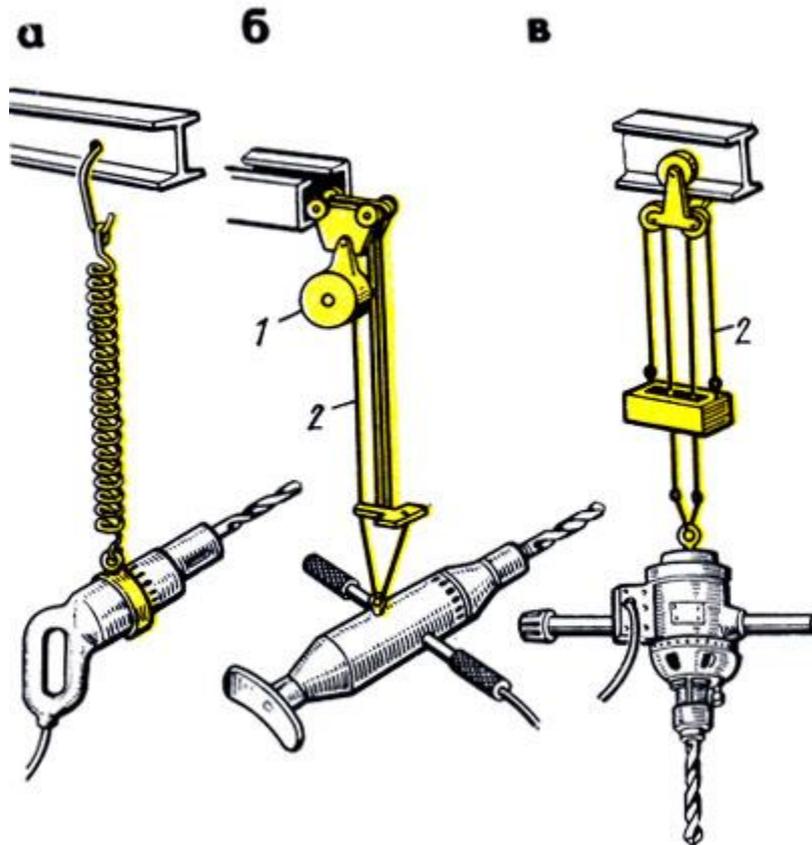


Рис. 201. Подвеска механизированного инструмента:

а - на пружине, б, в - на тросе с противовесом; 1 - корпус, 2 - трос

Сверлильные машины могут быть использованы в качестве сверильной установки (рис. 200). В этом случае сверильную машину 2 закрепляют на стойке 4, снабженной поворотным перемещающимся вверх и вниз столом 7, на котором закрепляют деталь. Подача на сверло производится рычагом 3.

При сборочных работах для удобства и облегчения пользования ручные сверлильные электрические машины укрепляют на подвесках, представляющих собой легкие двух- или четырехколесные тележки, установленные на монорельсе над рабочим местом.

Чтобы машина не мешала рабочему в то время, когда он не пользуется ею, машину подвешивают на рабочем месте на спиральной пружине (рис. 201, а), на тросе с противовесом (рис. 201, б, в).

4. Сверлильные станки

На сверлильных станках могут быть выполнены следующие работы:

- сверление сквозных и глухих отверстий (рис. 202, а);
- рассверливание отверстий (рис. 202, б);
- зенкерование, позволяющее получить более высокие качества и класс шероховатости поверхности отверстий по сравнению со сверлением (рис. 202, в);
- растачивание отверстий, осуществляемое резцом на сверлильном станке (рис. 202, г);
- зенкование, выполняемое для получения у отверстий цилиндрических и конических углублений и фасок (рис. 202, д);
- развертывание отверстий, применяемое для получения необходимой точности и шероховатости (рис. 202, е);
- проглаживание, производимое специальными роликовыми оправками, или развальцовывание, имеющее назначение уплотнения (сглаживание гребешков на поверхности отверстия после развертывания деталей из дюралюминия, электрона и др.) (рис. 202, ж);
- нарезание внутренней резьбы метчиком (рис. 202, з);
- цекование-подрезание торцов наружных и внутренних приливов и бобышек (рис. 202, и).

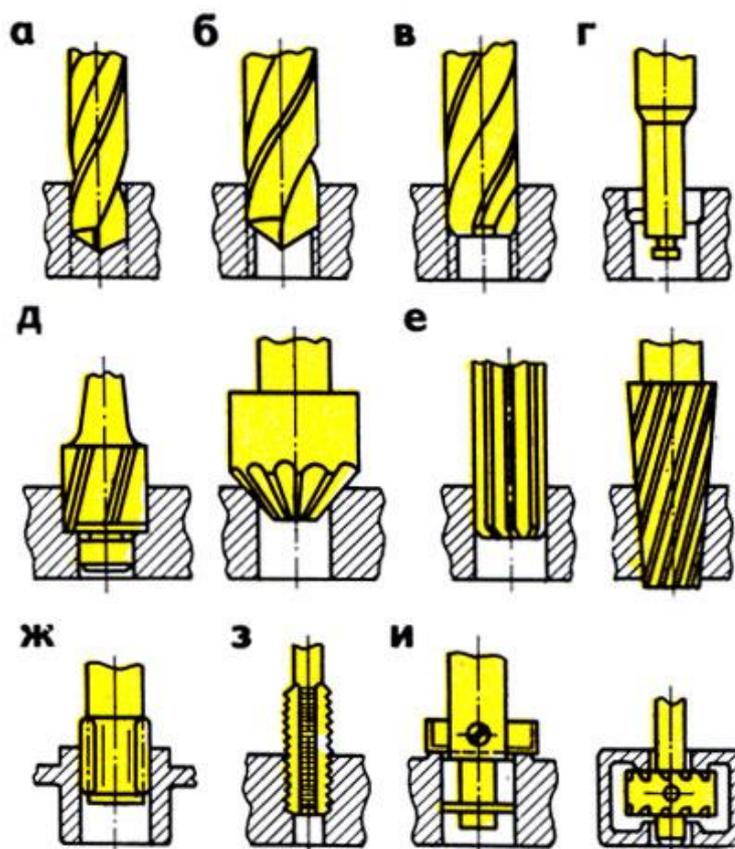


Рис. 202. Работы, выполняемые на сверлильных станках: а - сверление сквозных и глухих отверстий, б - рассверливание небольших отверстий на большие, в - зенкерование, г - растачивание, д - зенкование, е - развертывание, ж - проглаживание, з - нарезание внутренней резьбы, и - цекование

Этими видами работ не исчерпываются возможности сверлильных станков, на которых выполняют и другие операции.

Ниже описано устройство и работа настольно-сверлильного и вертикально-сверлильного станков.

Настольно-сверлильный НС-12А предназначен для сверления в небольших деталях отверстий диаметром не более 12 мм.

Станок НС-12А состоит из следующих основных сборочных единиц и деталей (рис. 203): плиты 9, колонны 7, шпиндельной бабки 7, шпинделя 12, электродвигателя 4. На плите 9 укреплен в кронштейне 8 колонна 7, по которой перемещается вверх и вниз шпиндельная бабка 7. Для перемещения шпиндельной бабки по колонне служит рукоятка 7 7 и для фиксирования ее на нужной высоте - рукоятка 10. Электродвигатель 4 при помощи подмоторной плиты 6 крепят к шпиндельной бабке. На оси электродвигателя находится ступенчатый шкив 3, соединяющийся со шкивом 2 шпинделя клиновидным ремнем. Упором 14 с нониусом устанавливают глубину.

Вертикально-сверлильные станки (2118А, 2А125, 2А135, 2А150, 2170) предназначены для сверления, рассверливания отверстий различных размеров, зенкерования, развертывания их и нарезания резьбы. Например, 2170 обозначает: 2 - сверлильная группа, 1 - вертикально-сверлильный тип, 70 - наибольший диаметр сверления.

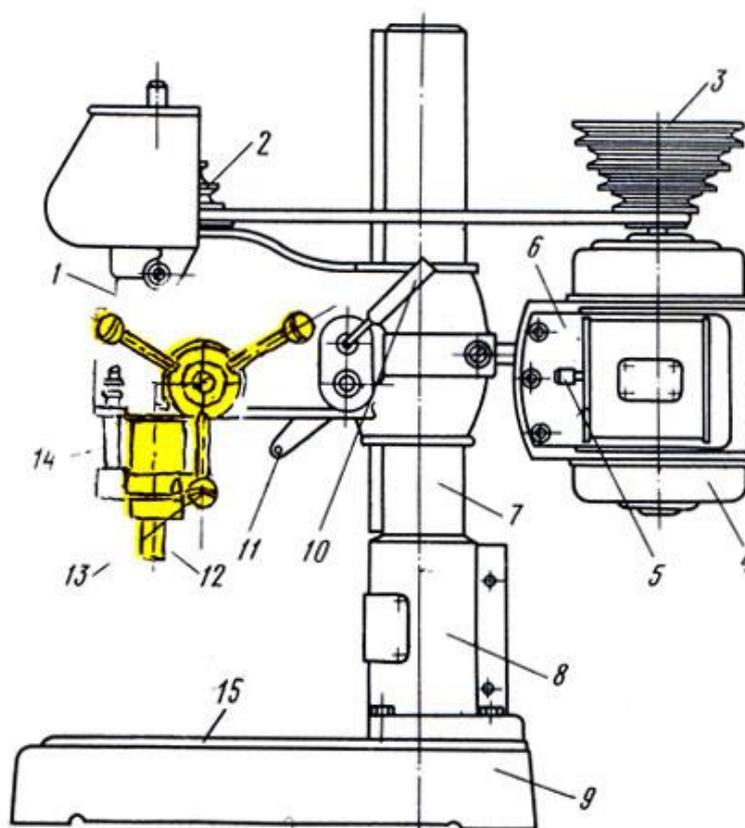


Рис. 203. Настольно-сверлильный станок НС-12А: 1 - шпиндельная бабка, 2 - шкив шпинделя, 3 - ступенчатый шкив, 4 - электродвигатель, 5 - вилка, 6 - плита двигателя, 7 - колонна, 8 - кронштейн, 9 - плита, 10, 11, 13 - рукоятки, 12 - шпиндель, 14 - упор с нониусом, 15 - рабочий стол

Вертикально-сверлильный станок 2А135 имеет колонну (станину) 8 (рис. 204), в верхней части которой установлена шпиндельная головка 5. Внутри нее расположена коробка скоростей, передающая вращение от электродвигателя б на шпиндель 3. Осевое перемещение инструмента осуществляется при помощи коробки подач 4, установленной на станине. Обрабатываемое изделие устанавливают на столе 2, который может подниматься и опускаться при помощи рукоятки Я что дает возможность сверлить отверстия в деталях различной высоты. Станок устанавливают на плите 7.

Уход за сверлильными станками. Сверлильные станки будут работать с требуемой точностью, производительно и безотказно длительное время лишь в том случае, если за ними будет соответствующий уход. Перед работой смазывают все трущиеся части станка и заливают масло в масленки.

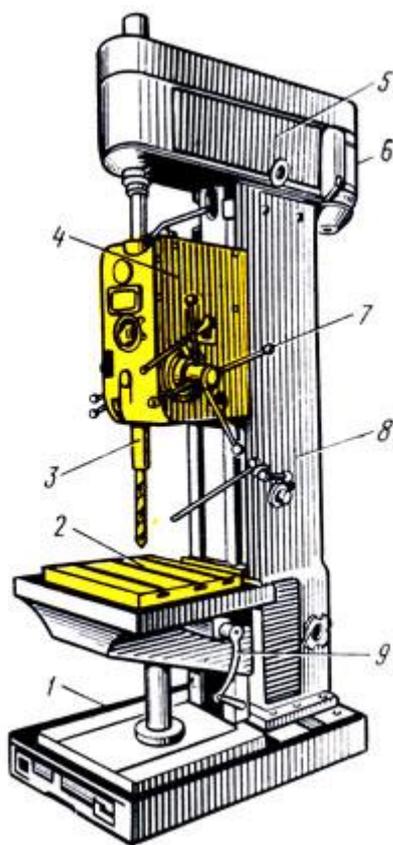


Рис. 204. Вертикально-сверлильный станок 2А135: 1 - плита, 2 - стол, 3 - шпиндель, 4 - коробка подачи, 5 - шпиндельная головка 6 - электродвигатель, 7 - штурвал, 8 - станина, 9 - рукоятка

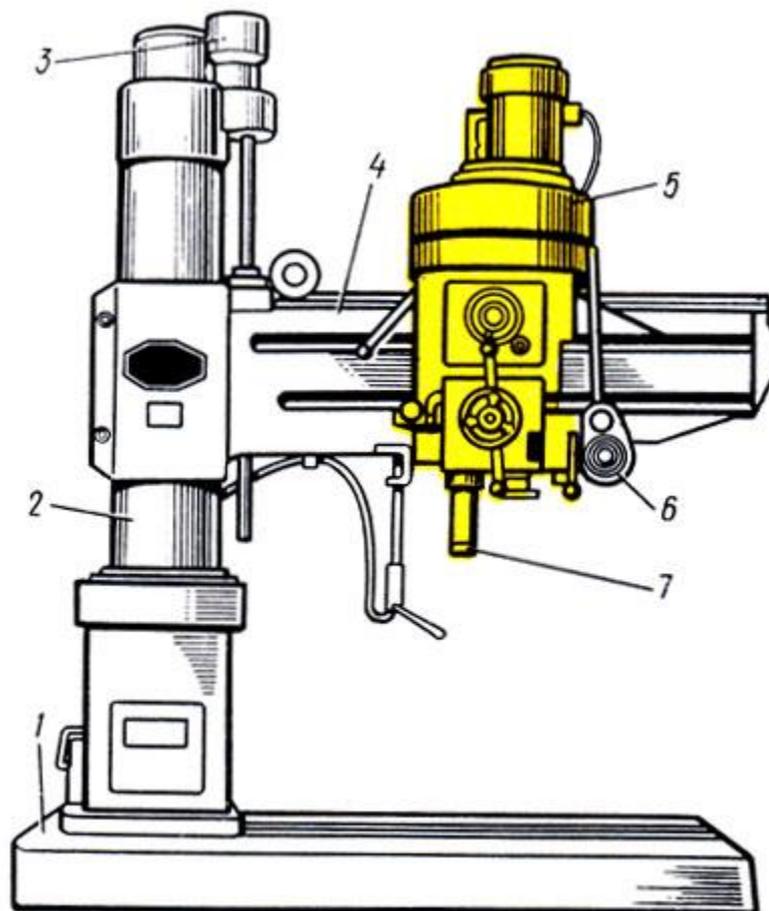


Рис. 205. Радиально-сверлильный станок

Во время работы проверяют рукой степень нагрева подшипников. Во избежание несчастного случая перед проверкой степени нагрева подшипников электродвигатель выключают и проверяют при неработающей ременной или зубчатой передаче.

По окончании работы стоп станка и его пазы тщательно очищают от грязи и стружки, протирают и смазывают тонким слоем масла.

Радиально-сверлильный станок (рис. 205) предназначен для сверления отверстий в крупных и средних деталях, как в сплошном материале, а также предварительно подготовленных зенкерованием, зенкованием, развертыванием и нарезанием резьбы.

Радиально-сверлильный станок имеет основание (плиту) 7, колонну 2, по которой может подниматься и опускаться траверса (рукав) 4. По направляющим траверсы перемещается в радиальном направлении шпиндельная головка 5 с коробкой скоростей, осуществляющей вращение шпинделя 7, и коробкой подач 6, дающей, ему движение подачи. Подъем и опускание осуществляются механизмом 3.

Колонна может поворачиваться на угол 360° , что позволяет обработать отверстие в любом месте детали без ее перемещения.

5. Установка и крепление деталей для сверления

Для обеспечения точности при сверлении все детали, за исключением очень тяжелых, прочно закрепляют к столу сверлильного станка. Для установки и закрепления обрабатываемых деталей на столе сверлильного станка применяются различные приспособления, наиболее распространенными из них являются: прихваты с болтами, тиски машинные (винтовые, эксцентриковые и пневматические), призмы, упоры, угольники, кондукторы, специальные приспособления и др.

Крепежные прихваты применяют четырех видов: пальцевые, вилкообразные, плиточные и изогнутые (рис. 206). Для надежного крепления небольших деталей достаточно одного прихвата, а для больших деталей требуется два или несколько прихватов.

Крепежные болты. В столах всех сверлильных станков имеются Т-образные пазы. В эти пазы вставляют болты для крепления разных приспособлений (рис. 207).

При различных работах применяют болты разных видов. Для обычного крепления применяют болты с квадратной головкой 2, которые вставляют с конца Т-образного паза. Болты с Т-образной головкой удобны. Их можно вставлять в любое место паза, а затем повернуть на 90°. Этот вид болтов особенно удобен, когда необходимо закрепить внутреннюю часть детали 7, которую в противном случае пришлось бы поднять над болтом. Иногда предпочитают применять Т-образную головку 4 с нарезанным отверстием, потому что, вывернув шпильку 3, можно легко передвинуть головку 5 на нужное место.

Набор нескольких таких головок и шпилек различной длины избавляет от необходимости иметь набор различных видов болтов разных диаметров.

Угольники применяют для крепления таких заготовок, которые нельзя установить для обработки отверстий на столе станка, в тисках и в других устройствах. Угольники бывают простые и универсальные.

Простые угольники имеют обычно две точно обработанные полки (рис. 208), одна из которых служит для установки на стол станка, а другая - для установки и крепления детали.

Универсальные угольники используют для установки разнообразных заготовок под различными углами к столу станка. Обе полки универсального угольника соединены между собой шарнирной осью и могут устанавливаться под любым углом относительно одна другой. Заготовку крепят к установочной поверхности угольника при помощи прижимных планок, накладок и болтов, вставляемых в Т-образные пазы отверстия или прорези.

Ступенчатые опоры ("пирамиды") 2 (рис. 209) различных конструкций имеют разное число ступеней. Упоры под наружные концы прихватов могут быть сделаны из обрезков металла или твердой древесины. Если применяется

деревянный упор 7, он должен иметь достаточное поперечное сечение для обеспечения необходимой жесткости. Упор ставят так, чтобы давление прихвата передавалось на срез, перпендикулярный волокнам древесины.

На рис. 210 показана установка валика при помощи одного упора на призмах. В зависимости от условий работы установка может меняться, но обрабатываемая деталь всегда должна крепиться прочно. На рис. 211, а, б показаны другие способы крепления деталей при сверлении.

Прихваты с болтами. В Т-образные канавки стола 2 сверлильного станка или плиты станка устанавливают зажимные болты 7 с четырехугольной головкой (рис. 212). На болт надевают прижимную планку 6, которая одной стороной ложится на край закрепляемой заготовки 7, а другой - на упор 3. Гайка 5, упирающаяся в шайбу 4, прижимает заготовку при помощи прижимной планки к верхней плоскости стола. Прихваты бывают разных форм и размеров.

Машинные тиски наиболее часто используют для крепления небольших деталей. Они могут быть поворотными и неповоротными.

Машинные тиски выпускают различных типов и размеров. Размеры тисков определяют шириной губок и предельным расстоянием между ними.

Машинные поворотные тиски (рис. 213, б) просты по устройству и удобны в работе. Они состоят из основания 7, привертываемого к столу станка болтами, неподвижной губки 5 и подвижной губки 3, каленых планок между губками 4, ходового винта 2, направляющих 9, прижимных планок 10.

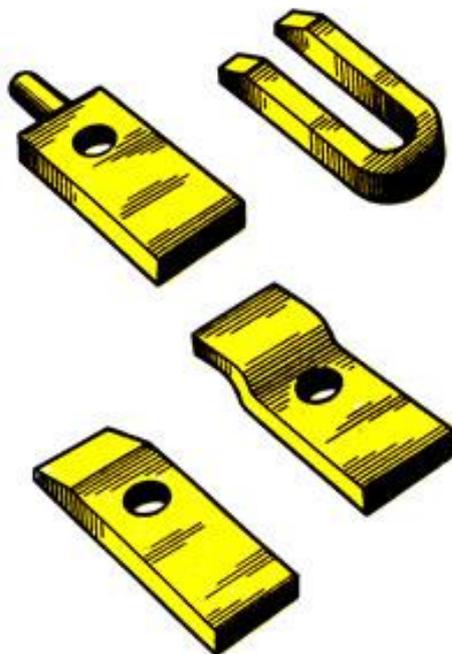
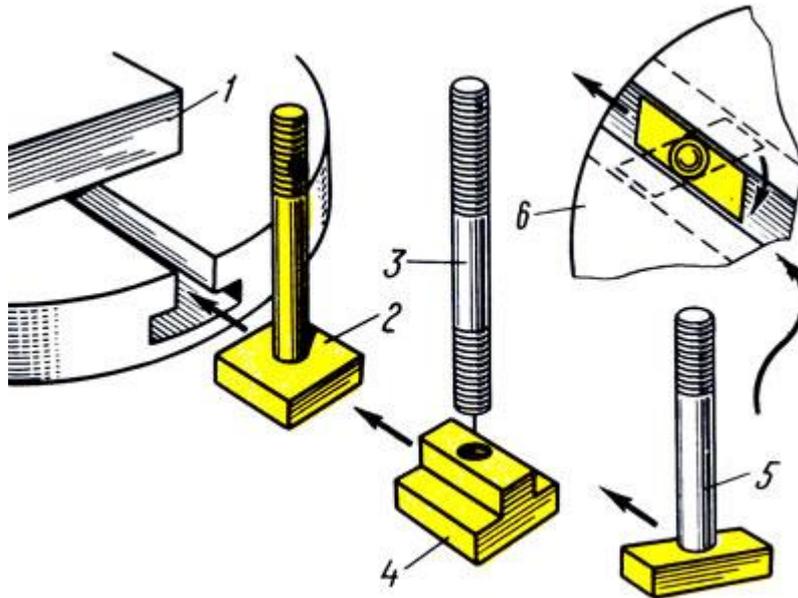


Рис. 206. Крепежные прихваты



*Рис. 207. Крепежные болты:
 1 - деталь, 2 - болт с квадратной головкой, 3 - шпилька, 4 - Т-образная головка шпильки, 5 - Т-образная головка болта, 6 - вид сверху на болт с Т-образной головкой в Т-образном пазу стола*

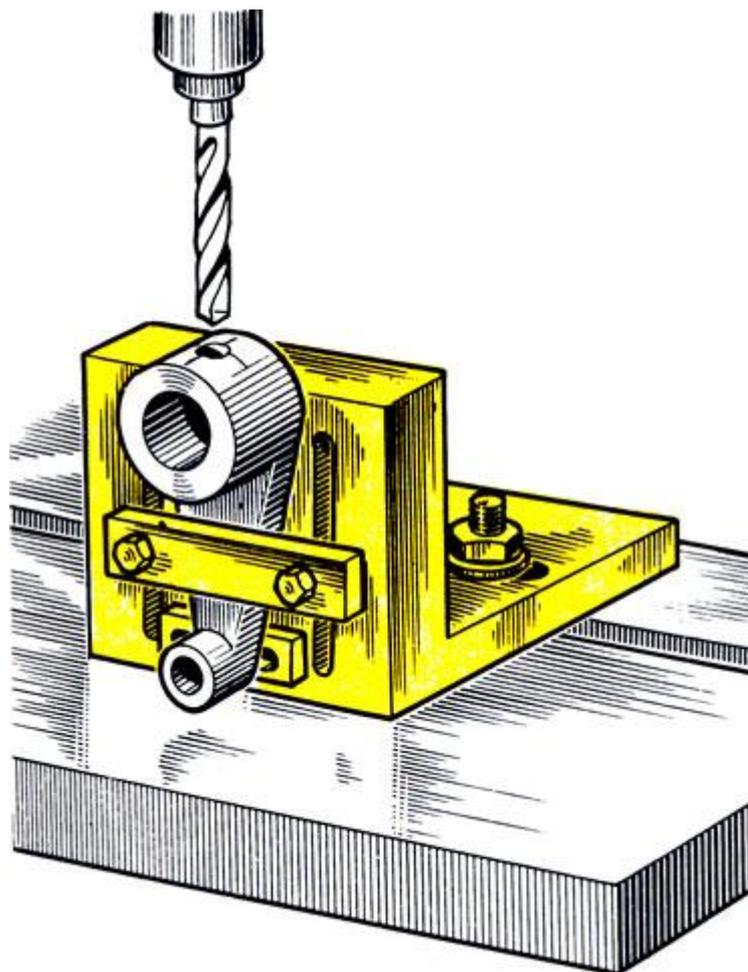


Рис. 208. Простой угольник

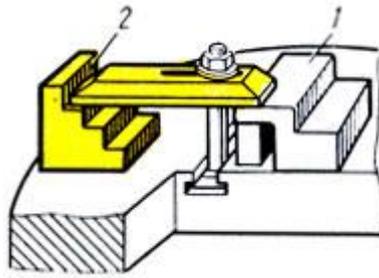
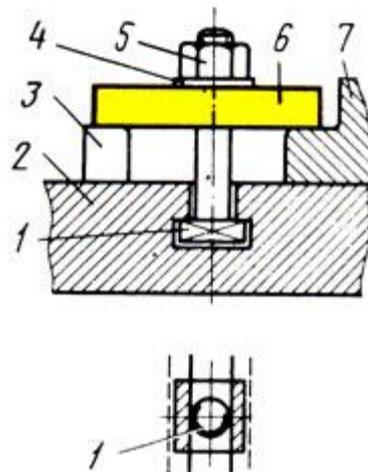


Рис. 209. Ступенчатые опоры: 1 - упор, 2 - ступенчатая опора



Рис. 210. Установка и закрепление валика при помощи одного упора на призмах



*Рис. 211. Некоторые способы крепления деталей при сверлении:
а - при помощи ручных тисков, б - прижимами губками 4, ходового винта 2,
направляющих 9, прижимных планок 10*

Машинные не поворотные тиски состоят из основания 7 (рис. 213, а), привертываемого к столу станка болтами 6, выполненного за одно целое с неподвижной губкой 5, подвижной губки 3, прижимных планок 4, винта 2 и упора В.

Винт при помощи рукоятки 7 ввертывается или вывертывается из гайки, укрепленной или нарезанной в теле подвижной губки.

Перед тем как установить деталь в тисках, стол станка тщательно протирают. Затем протирают и слегка смазывают маслом поверхность основания тисков, которая соприкасается со станком. Тиски устанавливают посередине стола,

разводят губки на ширину зажимаемой детали, протирают губки и дно тисков, прижимные планки, а деталь устанавливают на подкладки и затем прижимают ее к неподвижной губке. Планки по высоте выбирают так, чтобы обрабатываемая деталь выступала над поверхностью губок на 6 - 10 мм.

Подкладки под деталь, в которой надо сверлить отверстие, должны иметь параллельные плоскости. В противном случае из-за наклона детали сверло будет уводить в сторону "низины". Если подкладка неровная, шатается, появляется опасность перекоса сверла в отверстии при сверлении. Отверстие сместится в сторону, перекосится. Также возможна поломка сверла из-за захвата им детали или поломка детали, если она тонкая (захват ее сверлом от перекоса).

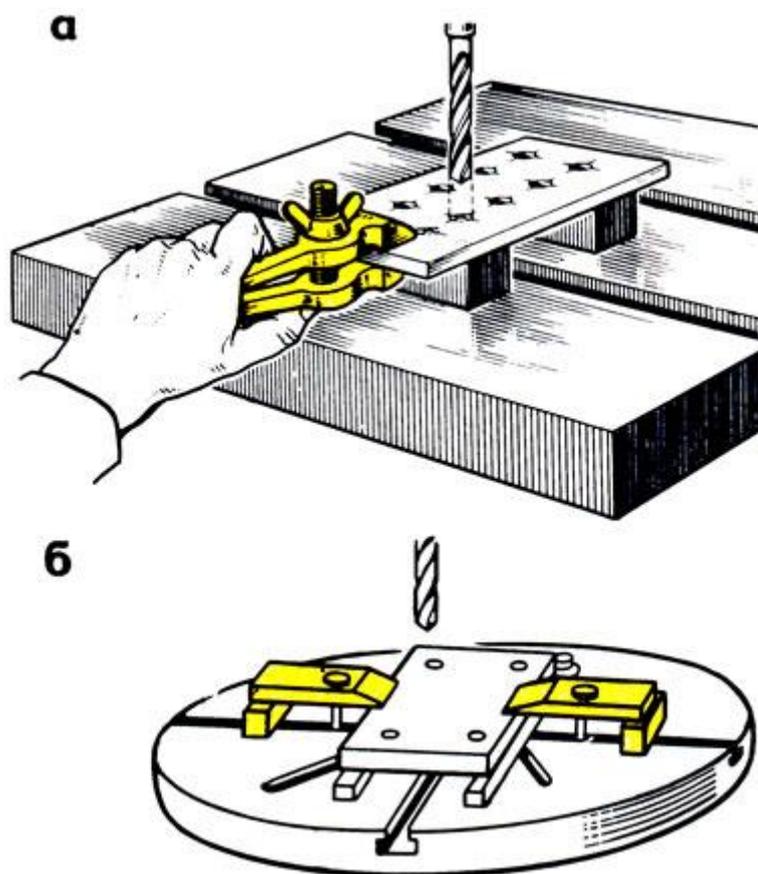


Рис. 212. Прихват с болтами: 1 - зажимной болт, 2 - стол, 3 - упор, 4 - шайба, 5 - гайка, 6 - прижимная планка, 7 - заготовка

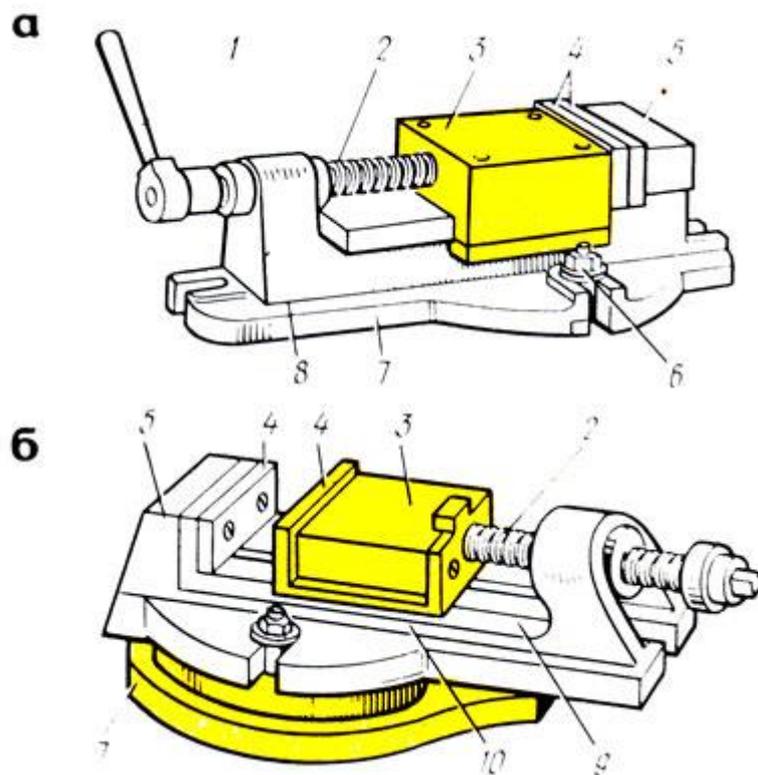


Рис. 213. Слесарные тиски: а - не поворотные, б - поворотные

После установки детали в тиски ее легкими ударами молотка осаживают, проверяют, насколько плотно к подкладке прилегла деталь, и еще раз зажимают винтом.

Для механизированного зажима деталей применяют пневматические, гидравлические, пневмогидравлические и электромеханические приводы. Широко используют универсальные столы с приставными гидравлическими зажимами. Одно из таких приспособлений показано на рис. 214, а.

Применение вместо машинных тисков электромагнитных плит (рис. 214,б) значительно ускоряет закрепление деталей, а следовательно, повышает производительность труда. Электромагнитные плиты имеют притяжение 5 кгс/см², выпрямленное напряжение питания 36 В.

При больших партиях одинаковых деталей и когда требуется высокая точность отверстия, сверлят без разметки в кондукторах.

Способ сверления отверстий по кондуктору значительно точнее и производительнее, чем по разметке, так как исключается процесс разметки, необходимость выверки при установке и креплении детали. Кондукторы, в зависимости от формы деталей, бывают закрытые (коробчатые), накладные и др.

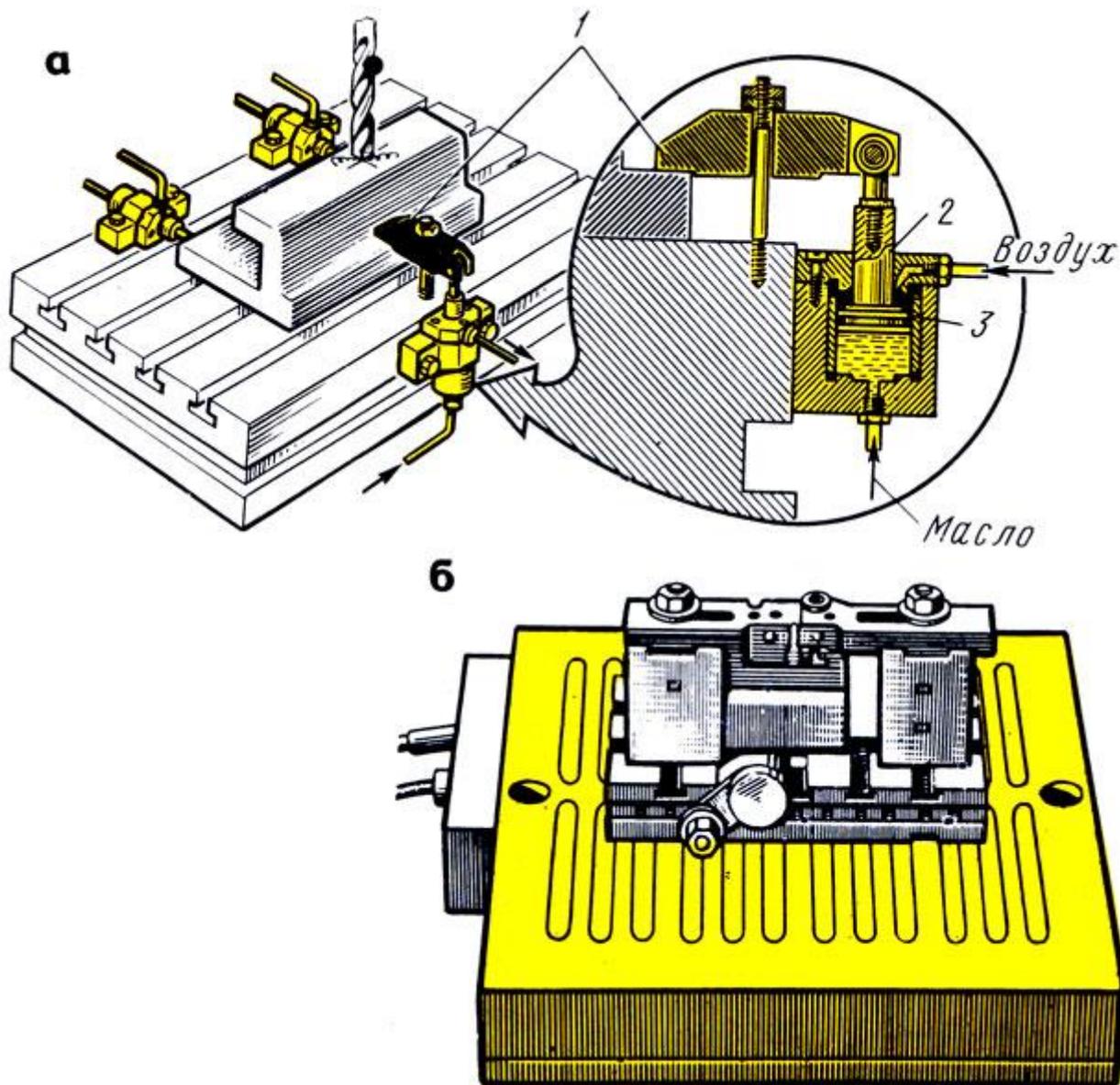


Рис. 214. Крепление деталей: а - гидравлическими прижимами, б - на электромагнитной плите; 1 - прижим, 2 - шток, 3 - уплотнительное кольцо

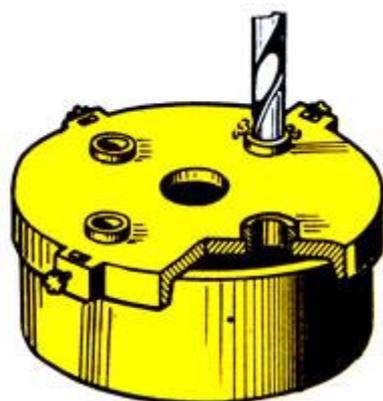


Рис. 215. Кондуктор коробчатой формы

Кондуктор коробчатой формы с крышкой (рис. 215). Обрабатываемую деталь закладывают в кондуктор и зажимают крышку винтами. Сверло вводят в направляющую втулку и сверлят отверстие.

На рис. 216 показана конструкция накладного кондуктора. Обрабатываемую деталь 5 устанавливают на основание 6 кондуктора. Крышку 7 кондуктора накладывают на деталь и прижимают к ней винтами 3. Затем в кондукторную втулку 2 вводят сверло 4 и сверлят отверстие.

Инженерам и-конструктора ми В. С. Кузнецовым и В. А. Пономоревым разработаны универсально-сборочные приспособления (УСП), которые используют для выполнения различных слесарных работ. Сущность системы универсально-сборочных приспособлений заключается в том, что из отдельных нормализованных элементов собирают необходимое приспособление, например зажимное приспособление для закрепления деталей при сверлении, при опиливании и т. д. После выполнения той или иной операции приспособление разбирают на составные элементы и в новой компоновке эти элементы могут быть использованы для сборки другого приспособления, совершенно отличного от предыдущего.

Описываемая система УСП основана на полной взаимозаменяемости элементов этих приспособлений. Простота конструкции сборных элементов обеспечивает высокую производительность труда.

В комплект универсально-сборочных приспособлений входят следующие восемь групп нормализованных элементов:

базовые квадратные плиты (рис. 217, а) размером $120 \times 180 \times 360 \times 720$ мм, на рабочей поверхности которых имеются прямоугольные канавки, Т-образные пазы, и круглые плиты диаметром 320 и 440 мм, имеющие на рабочей поверхности радиальные и Т-образные пазы;

установочные детали - шпонки, пальцы, диски и т. д., служащие для фиксации нормализованных элементов между собой при соединении;

опорные детали – подкладки, угольники с различными пазами, предназначенные для установки и соединения технологических баз;

направляющие детали (рис. 217, б), предназначенные для точного направления инструмента, кондукторные втулки и т. п.;

прижимные детали, имеющие самые различные конструктивные формы (прихваты);

крепежные детали: болты, гайки, винты, шайбы, шпильки и т. д. – для соединения деталей (рис. 217, в); нормализованные детали; нормализованные сборочные единицы (узлы).

Наличие указанных деталей позволяет собрать до 150 различных приспособлений. Приспособление УСП в сборе показано на рис. 217, г.

Основанием универсально-сборочного приспособления служит плита 7 (рис. 217), на ней крепят две опоры 2, на которых устанавливают направляющие планки 3 для планок 4, 5, несущих кондукторные втулки 7.

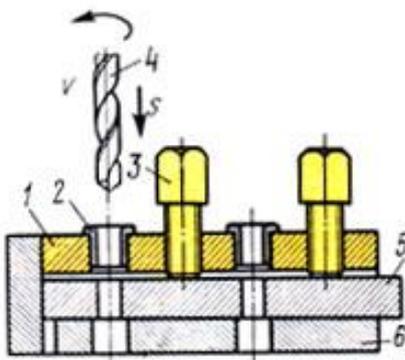


Рис. 216. Накладной кондуктор: 1 - крышка, 2 - втулка, 3 - винты, 4 - сверло, 5 - деталь, 6 - основание



Рис. 217. Универсально-сборочные приспособления: а - базовые плиты, б - направляющие детали, в - втулки и крепежные детали, г - приспособление в сборе

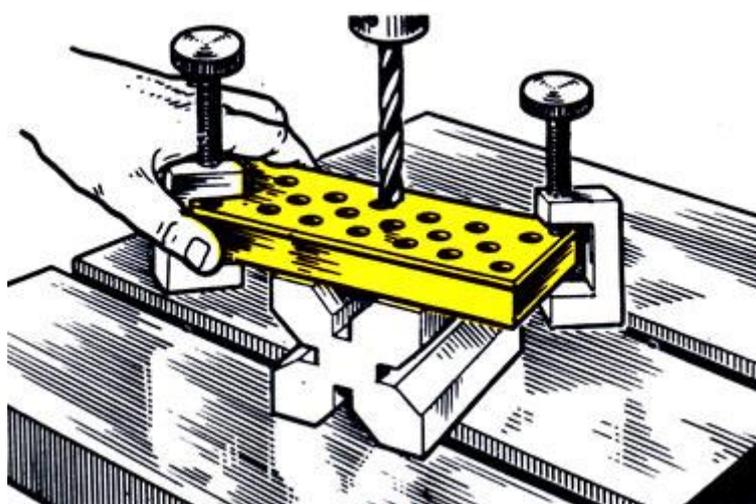


Рис. 218. Сверление по кондуктору

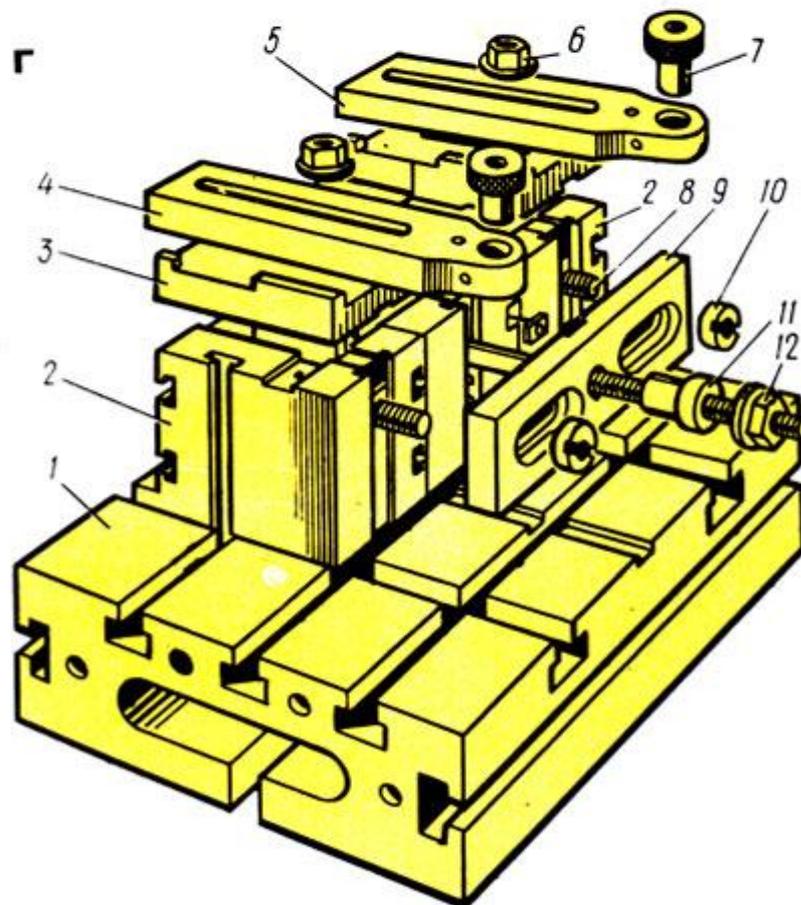
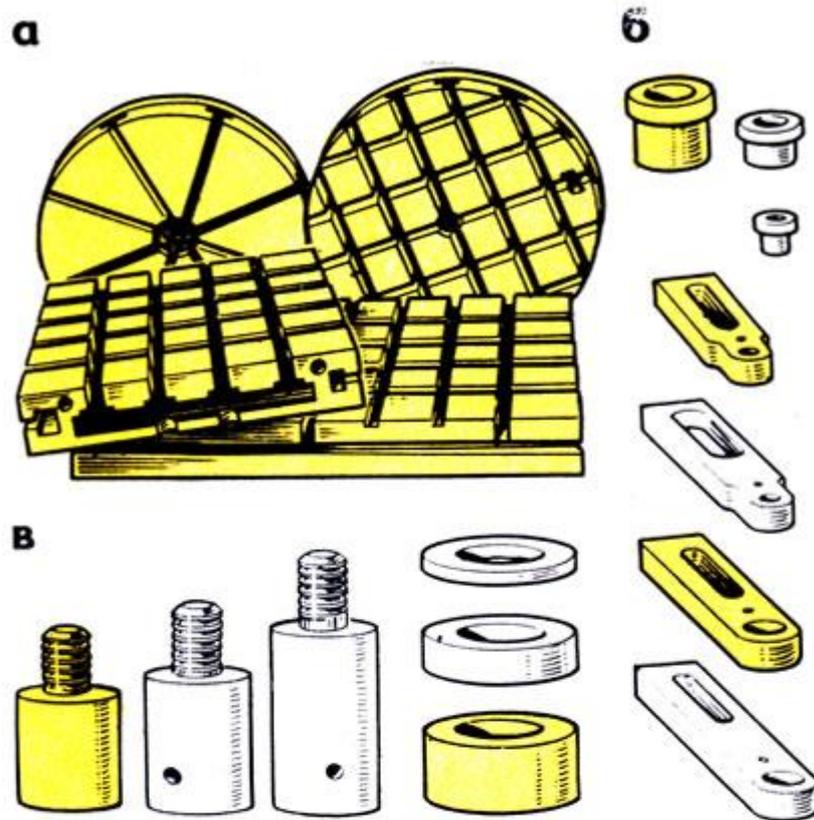


Рис. 219. Сверление по шаблону

Гайками 6 опоры 2, планки 3 и кондукторные планки 4, 5 прижимают к основанию 7. В планки 4 и 5 вставляют кондукторные втулки нужного размера.

К боковой поверхности 2 болтами 8 и гайками 10 присоединяют планку 9. В центральное отверстие ее входит втулка 11, наружная цилиндрическая поверхность которой используется для центрирования обрабатываемой заготовки, надеваемой на поверхность своим посадочным отверстием. Втулку закрепляют в рабочем положении гайкой 12.

Использование универсально-сборочных приспособлений дает большую экономию времени и материальных средств.

Сверление по кондуктору (рис. 218). После предварительной очистки поверхности стола станка и кондуктора от грязи и стружек сверло необходимого размера устанавливают в шпиндель станка. Устанавливают на стол станка кондуктор так, чтобы опорное основание кондуктора плотно прилегало к поверхности стола.

Левой рукой удерживают кондуктор, правой рукой плавно подводят сверло через направляющую втулку к детали так, чтобы сверло точно входило во втулку. Не следует сильно нажимать на сверло рукояткой управления для предупреждения поломки сверла.

При сверлении глубокого отверстия периодически выводят сверло из отверстия и удаляют стружку из канавок сверла.

Сверление по шаблону (рис. 219) применяют при необходимости просверлить в небольшой партии деталей несколько отверстий. Шаблон представляет собой стальную пластину, в которой по форме детали имеются отверстия.

При сверлении плоских, тонких деталей одинаковой формы их собирают в пачку, накладывают на шаблон и плотно стягивают струбцинами.

После подготовки (протирки стола станка, шаблона, детали) шаблон накладывают на деталь и прочно закрепляют струбцинами.

В целях предупреждения порчи стола деталь с шаблоном устанавливают на призму. Сверление осуществляют небольшой и плавной подачей, при выходе сверла из отверстия ослабляют нажим и уменьшают подачу. Это особенно важно при проходе сверлом каждого листа, когда возникают дополнительные усилия, которые могут привести к поломке сверла.

6. Крепление сверл

Крепление сверл, разверток, зенкеров и зенковок на сверлильных станках в зависимости от формы хвостовика осуществляют тремя способами: непосредственно в коническом отверстии шпинделя, в переходных конических втулках, в сверлильном патроне.

Крепление инструмента непосредственно в коническом отверстии шпинделя (рис. 220, а). Конические хвостовики сверл, разверток, зенкеров и т. д., а также конические отверстия в шпинделях сверлильных и других станков изготавливают по системе Морзе. Конусы Морзе имеют номера 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6; каждому номеру соответствуют определенные размеры конуса. Номера переходных втулок выбирают по размерам конусов режущих инструментов. В коническом отверстии шпинделя конический хвостовик удерживается силой трения, возникающей между коническими поверхностями. Лапка хвостовика входит в паз шпинделя и предохраняет хвостовик от проворачивания.

Крепление инструмента через переходные конические втулки производят в тех случаях, когда конус хвостовика инструмента меньше конуса отверстия шпинделя. Переходные конические втулки (рис. 220, б) бывают короткие и длинные. На рис. 220, в показано крепление инструмента при помощи переходной втулки. Втулку со сверлом вставляют в отверстие шпинделя станка.

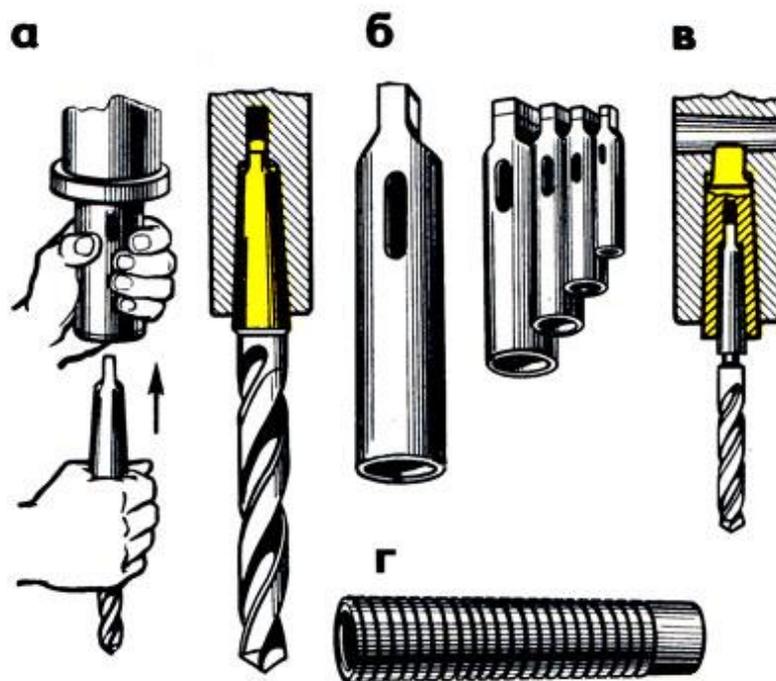


Рис. 220. Крепление инструмента: а - непосредственно в шпинделе станка, б - переходные конические втулки, в - при помощи переходной втулки; г - переходная втулка из пружинной проволоки

Новаторы Ю. М. Орлов и Ю. В. Козловский предложили и изготовили переходные втулки из пружинной проволоки диаметром 2,5 мм (рис. 220, г). Проволоку навивают на специальную оправку, затем наружную поверхность шлифуют на круглошлифовальном станке. С верхней стороны во втулку вставляют пробку, служащую для выколочки инструмента. Пружинная втулка

легче и дешевле в изготовлении, чем стандартные втулки. Она не проворачивается, что предохраняет от задиrow. Втулку применяют на сверлильных и токарных станках.

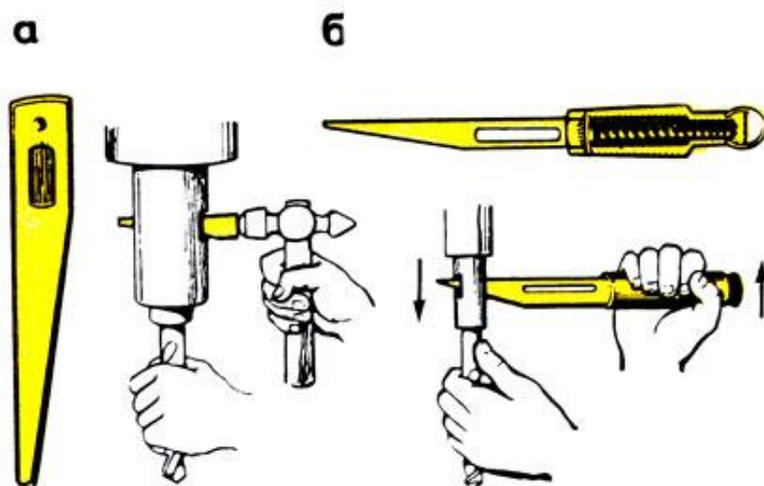


Рис. 221. Удаление инструмента:
а - клином, б - безопасным клином (с пружиной)

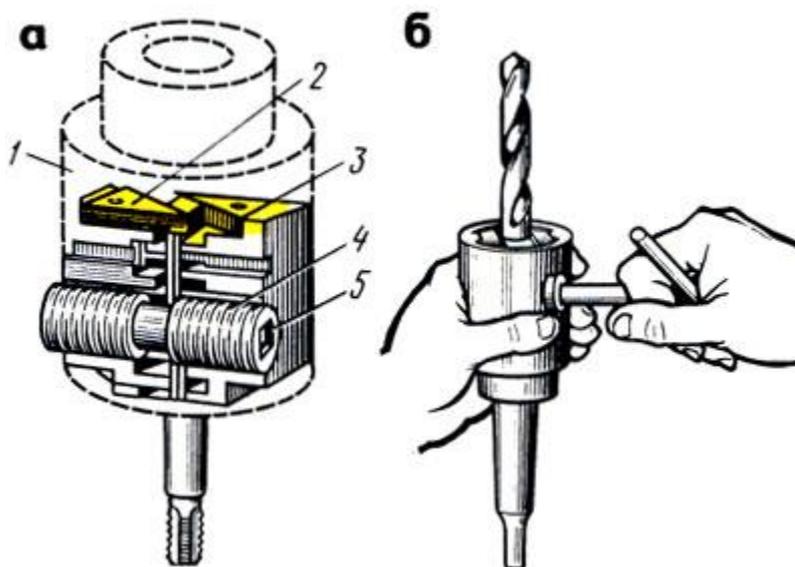


Рис. 222. Двухкулачковый патрон:
а - устройство, б - закрепление инструмента в патроне ключом; 1 - корпус, 2, 3 - кулачки, 4 - винт, 5 - квадратное отверстие

Удаление инструмента из конического отверстия шпинделя станка осуществляют при помощи клина (рис. 221, а) через прорезь. На рис. 221, б показан безопасный клин с пружиной, применяемый без молотка.

Клин для удаления сверл или переходных втулок из шпинделя сверлильного станка новатора Б. М. Гусева состоит из массивной пустотелой ручки, внутри которой имеется подвижный боек с клином, подпружиненным пружиной.

Для извлечения сверла или переходной втулки из шпинделя клин приспособления вставляют в паз шпинделя, а рукоятку резко перемещают. При этом пружина сжимается и доннышко рукоятки ударяет по бойку клина. Усилие,

необходимое для сжатия пружины, незначительное, так как оно предназначено только для перемещения рукоятки в исходное положение.

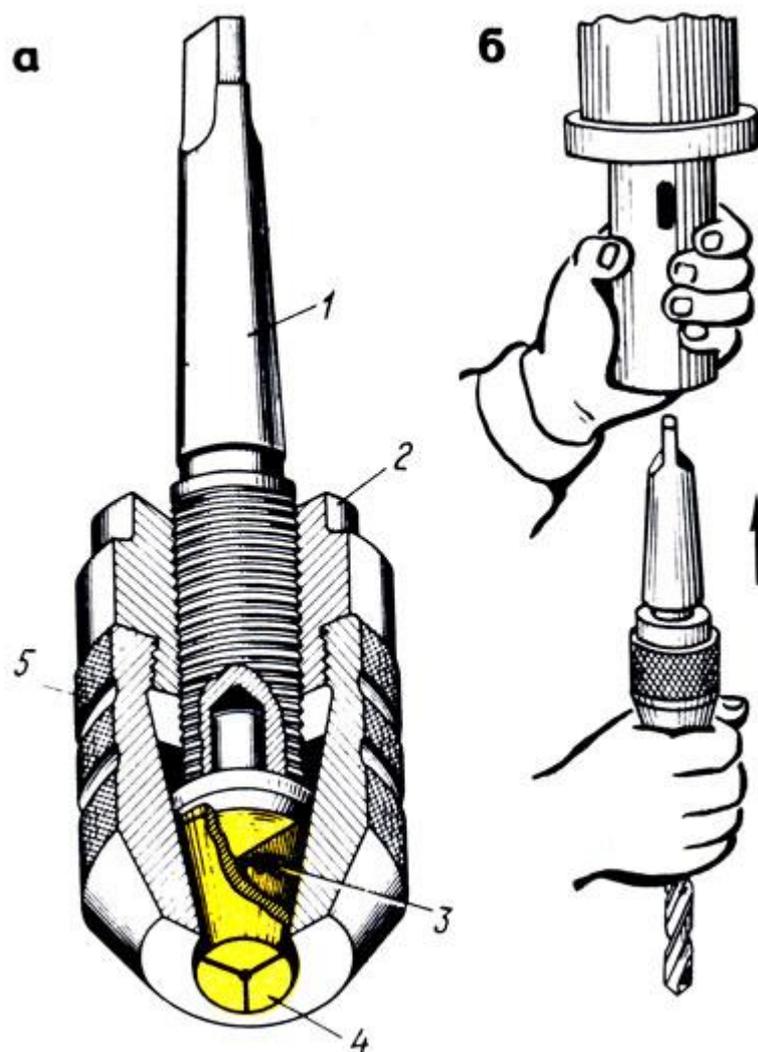


Рис. 223. Трехкулачковый самоцентрирующий патрон: а - устройство, б - установка; 1 - хвостовик, 2 - втулка, 3 - пружина, 4 - кулачки, 5 - корпус

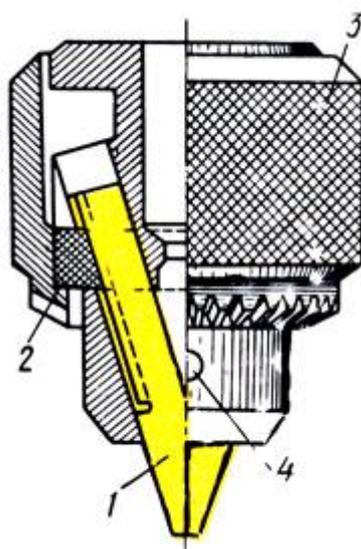


Рис. 224. Трех кулачковый патрон с наклонными кулачками: 1 - кулачки, 2 - гайки, 3 - обойма, 4 - отверстие

Крепление сверл в патронах. Сверла с цилиндрическим хвостовиком крепят в сверлильных патронах, основные типы которых приведены ниже.

Двух кулачковый патрон (рис.222, а) имеет цилиндрический корпус 7, в пазы которого вставлены два стальных закаленных кулачка 2, 3. Кулачки при вращении винта 4 сдвигаются, зажимая хвостовик инструмента, или раздвигаются, освобождая инструмент. Винт вращают ключом (рис. 222, б), который вставляют в квадратное отверстие 5. В патроне закрепляют режущий инструмент диаметром от 3 до 14 мм.

На рис. 223, а, б показан трех кулачковый патрон самоцентрирующий для закрепления сверл диаметром от 2 до 12 мм с коническим хвостовиком. На резьбовую часть хвостовика 7 навинчена втулка 2 с наружной резьбой, на которую накручен корпус 5 патрона, имеющий внутренний конус. При повороте корпуса по часовой стрелке три кулачка 4, прижатые к нему пружинами 3, сходятся и зажимают сверло.

Трех кулачковый патрон с наклонно расположенными кулачками (рис. 224) обеспечивает более точное и прочное закрепление сверла. Обойма 3 прочно насажена на гайку 2, на внутреннем конусе которой имеется резьба, а на торце - конические зубья. В пазах корпуса патрона находятся три расположенных наклонно кулачка 7, на внешних сторонах их тоже нарезана резьба, которая соединена с резьбой гайки 2. При повороте обоймы специальным ключом, имеющим на конце конические зубья и вставляемым в отверстие 4, кулачки сходятся или расходятся, зажимая или освобождая сверло.

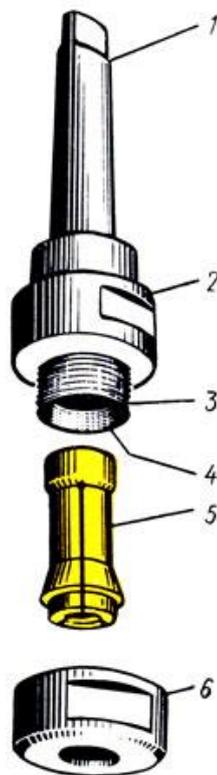


Рис. 225. Цанговый патрон: 1 - хвостовик, 2 - корпус, 3 - резьбовая часть, 4 - корпус, 5 - цанга, 6 - гайка

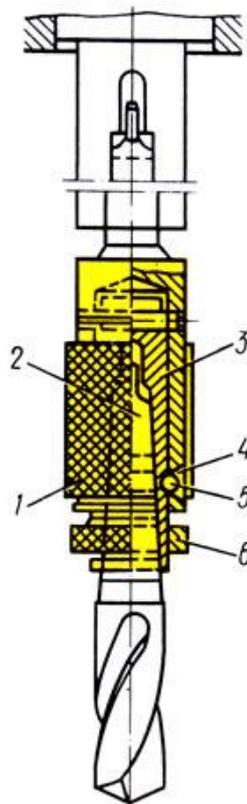


Рис. 226. Быстросменный патрон

Заводы выпускают три типоразмера патронов с наклонными кулачками: ПС-6, ПС-9, ПС-15 (число в марке указывает наибольший диаметр зажимаемого патроном сверла).

Цанговый патрон (рис. 225) используют для зажима сверл небольшого диаметра с цилиндрическим хвостовиком в сверлильных станках. Цанговые патроны обеспечивают надежное точное закрепление инструмента. Корпус 2 цангового патрона имеет хвостовик 7 для закрепления в конусе шпинделя станка и резьбовую часть 3, на которую навинчена гайка 6, имеющая на боковой стороне лыски для гаечного ключа. Зажимную цангу 5 устанавливают в конус 4. При навинчивании гайки 6 на резьбовую часть 3 цанга сжимается и закрепляет хвостовик сверла.

Быстросменные патроны применяют в тех случаях, когда при обработке отверстий требуется частая смена режущего инструмента без остановки станка. Быстросменный патрон (рис. 226) закрепляют в шпинделе станка коническим хвостовиком. В коническое отверстие сменной втулки 3 вставляют хвостовик 2 режущего инструмента, после чего втулку вводят в цилиндрическое отверстие корпуса патрона. При опускании зажимного кольца 7 вниз два шарика 5 входят в выточку 4 сменной втулки, прочно зажимая ее вместе с инструментом в корпусе патрона, и фиксируются в этом положении зажимным кольцом 6.

Для смены втулки с инструментом при работе станка поднимают вверх кольцо 2, шарики 5 под действием центробежных сил выйдут из выточки 4 втулки 3 и, войдя в выточку кольца, освободят втулку, после чего опускают зажимное кольцо 6 вниз и снимают инструмент.

7. Процесс сверления

Для сверления обрабатываемую заготовку (деталь) неподвижно закрепляют в приспособлении, а сверлу сообщают два одновременных движения (рис. 227, а) - вращательное по стрелке 7, которое называется главным (рабочим) движением, или движением резания (обозначается буквой v), и поступательное 2, направленное вдоль оси сверла, которое называется движением подачи (обозначается буквой s).

При сверлении под влиянием силы резания происходит отделение частиц металла и образование элементов стружки.

Скорость резания, подача и глубина составляют режим резания.

Скорость резания - это путь, проходимый в направлении главного движения наиболее удаленной от оси инструмента точкой режущей кромки в единицу времени (метрах в минуту).

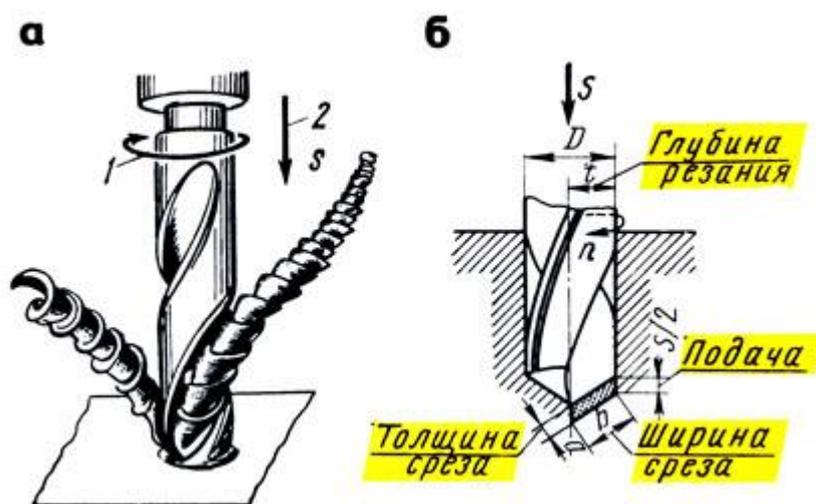


Рис. 227. Движение инструмента при сверлении (а), элементы резания (б)

Если известны частота вращения сверла и его диаметр, то скорость резания подсчитывают по формуле*

$$v = \frac{\pi D n}{1000},$$

где v - скорость резания, м/мин; D - диаметр сверла, мм; n - частота вращения сверла (об/мин); π - постоянное число - 3,14.

* (Так как диаметр отверстия измеряется в миллиметрах, а скорость резания в метрах, то произведение $\pi D n$ необходимо разделить на 1000.)

Величина скорости резания зависит от обрабатываемого материала, диаметра и материала сверла и формы его заточки, подачи, глубины резания и охлаждения.

Однако надо помнить общее правило режимов резания: чем больше диаметр сверла и чем тверже материал, подлежащий сверлению, тем меньше скорость резания.

Если известны диаметр сверла и скорость резания, то частоту вращения инструмента n можно определить по формуле (об/мин)

$$n = \frac{1000v}{\pi D}$$

Подача s (рис. 227, б) - величина перемещения сверла вдоль оси за один его оборот или за один оборот заготовки (если вращается заготовка, а сверло движется поступательно). Она измеряется в мм/об. Так как сверло имеет две режущие кромки, то подача на одну режущую кромку будет:

$$s = \frac{s_0}{2}$$

Правильный выбор подачи имеет большое значение для увеличения стойкости инструмента. Всегда выгоднее работать с большой подачей и меньшей скоростью резания; в этом случае сверло изнашивается медленнее.

Сверло		Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин при обрабатываемом материале		
материал	диаметр, мм		сталь	чугун	латунь
Углеродистая сталь	От 5 до 20	0,15—0,2	8—12	8—10	10—13
	Свыше 10 до 20	0,15—0,25	10—13	10—13	13—15
	Свыше 20	0,05—0,15	10—13	10—13	13—16
Быстрорежущая сталь	От 5 до 10	0,15—0,2	20—30	20—25	25—30
	Свыше 10 до 20	0,15—0,25	25—35	25—35	30—40
	Свыше 20	0,05—0,15	30—35	30—35	35—40

Таблица 2. Рекомендуемые значения подач и скоростей резания при сверлении (работа с охлаждением)

Примечание. В таблице приведены скорости резания для обработки материалов средней твердости. Для твердых сталей необходимо табличные данные уменьшить на 15-20%, для мягких - увеличить на 15-20%. Для твердосплавных инструментов можно скорость резания брать в 3-4 раза большую, чем для инструмента из быстрорежущей стали.

Глубина резания t - расстояние от обработанной поверхности до оси сверла (т. е. радиус сверла). Определяют глубину резания по формуле (мм)

$$t = \frac{D}{2}$$

При рассверливании глубина резания определяется как половина разности между диаметром D сверла и диаметром d ранее обработанного отверстия (мм), т. е.

$$t = \frac{D-d}{2}.$$

При выборе режимов резания в первую очередь подбирают наибольшую подачу в зависимости от качества обрабатываемой поверхности, прочности сверла и станка и других факторов (по таблицам, приводимым в справочниках) и корректируют по кинематическим данным станка (берется ближайшая меньшая), а затем устанавливают такую максимальную скорость резания, при которой стойкость инструмента между переточками будет наибольшей.

Режимы сверления в зависимости от диаметра отверстия обрабатываемого материала, материала сверла и других факторов приведены в справочниках* или специальных таблицах (табл. 2).

* (Э. И. Крупицкий. Справочник молодого слесаря. М., "Высшая школа", 1972. И. С. Большаков, И. А. Сергеев. Справочник слесаря. Лениздат, 1974.)

Подготовка и наладка станка

Перед началом работы на сверлильном станке необходимо прежде всего проверить исправность его заземления, протереть стол, отверстие шпинделя, проверить наличие ограждения, проверить вхолостую вращение, осевое перемещение шпинделя и работу механизма подачи, закрепить стол.

Подготовка станка к работе заключается в установке и закреплении режущего инструмента и детали и в определении режима резания (скорости и подачи).

Сверло выбирается в соответствии с заданным диаметром отверстия и в зависимости от обрабатываемого материала.

Выбирая диаметр сверла, следует помнить, что при работе сверлом в результате биения отверстие получается несколько большего диаметра, чем сверло. Средние величины разработки отверстия:

Диаметр сверла, мм	5	10	25	50
Диаметр полученного отверстия, мм	5,03	10,12	25,2	50,28

Точность сверления в отдельных случаях можно повысить тщательной регулировкой станка, правильной заточкой сверла или применением кондукторной втулки.

В зависимости от того, какой хвостовик имеет сверло - цилиндрический или конический, подбирают сверлильный патрон или соответствующую переходную втулку. Исходя из того, какую форму и размеры имеет обрабатываемая деталь, выбирают то или иное приспособление для закрепления ее при сверлении.

Прежде чем установить патрон или переходную втулку, необходимо протереть как хвостовик, так и отверстие шпинделя. Запрещается протирание шпинделя при его вращении.

Сверло вводят в отверстие шпинделя легким толчком руки. При установке сверла в патрон необходимо следить за тем, чтобы хвостовик сверла упирался в дно патрона, иначе при работе сверло может переместиться вдоль своей оси. Затем устанавливают приспособление или деталь на столе станка, предварительно очистив как поверхность стола, так и упорную плоскость приспособления или самой детали.

Если сверлят сквозное отверстие, то во избежание повреждения стола под деталь помещают подкладку (если стол не имеет отверстия) с точными параллельными плоскостями.

Порядок наладки станка на определенную частоту вращения и подачу зависит от конструкции станка. В одних станках это производят путем переброски ремня с одной ступени шкива на другую или переключением с помощью рукояток зубчатых колес в коробке скоростей и коробке подач.

Для повышения стойкости режущего инструмента и получения чистой поверхности отверстия при сверлении металлов и сплавов следует использовать охлаждающие жидкости. Охлаждающие жидкости в зависимости от марки обрабатываемого металла и сплава выбирают по справочникам.

7. Сверление отверстий

При сверлении различают сквозные, глухие и неполные отверстия. Высококачественное отверстие обеспечивается правильным выбором приемов сверления, правильным расположением сверла относительно обрабатываемой поверхности и совмещением оси сверла с центром (осью) будущего отверстия.

Сверление по разметке. По разметке сверлят одиночные отверстия. Предварительно на деталь (рис. 228, а) наносят осевые риски, круговую риску 7, определяющую контуры будущего отверстия, и контрольную риску 2 диаметром, несколько большим диаметра будущего отверстия; затем кернят углубление в центре отверстия. Керновое отверстие окружности делают глубже, чтобы дать предварительное направление сверлу. Сверление осуществляют в два приема: сначала выполняют пробное сверление, а затем окончательное. Пробным сверлением при ручной подаче получают углубление 3 размером около 10% будущего отверстия. После этого удаляют стружку и проверяют concentricity лунки и круговой риски 7. Если контуры углубления 3 (лунки) смещены относительно риски 7 будущего отверстия, то от центра лунки в ту сторону, куда нужно сместить центр отверстия, крестцовым инструментом прорубают 2 - 3 канавки. Затем вновь над сверливают отверстие и, убедившись в его правильности, окончательно просверливают отверстие (рис. 228, б).

Сверление глухих отверстий на заданную глубину осуществляют по втулочному упору на сверле (рис. 229, а) или измерительной линейке, закрепленной на станке (рис. 229, б). Для измерения сверло подводят до соприкосновения с поверхностью детали, сверлят на глубину конуса сверла и отмечают по стрелке (указателю) начальное положение на линейке. Затем к этому показателю прибавляют заданную глубину сверления и получают цифру, до которой надо проводить сверление.

Некоторые сверлильные станки на измерительной линейке имеют упор, нижнюю грань которого устанавливают на цифре, до которой нужно сверлить, и который закрепляют винтом.

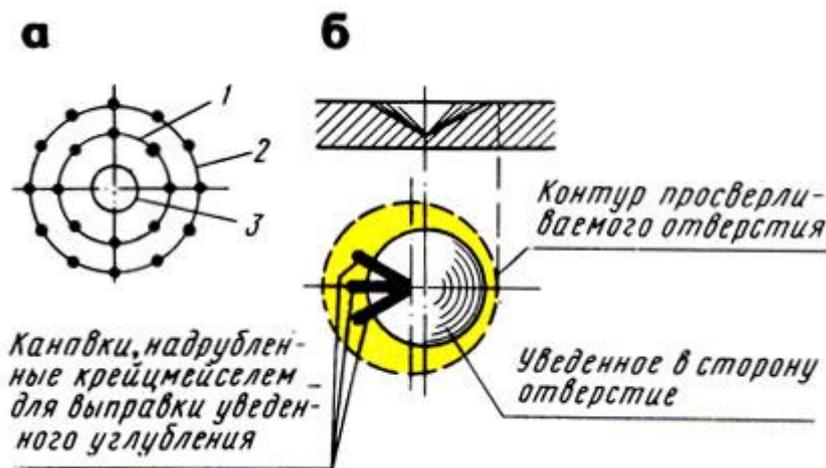


Рис. 228. Сверление по разметке: а - разметка отверстия, б - исправление смещенного отверстия

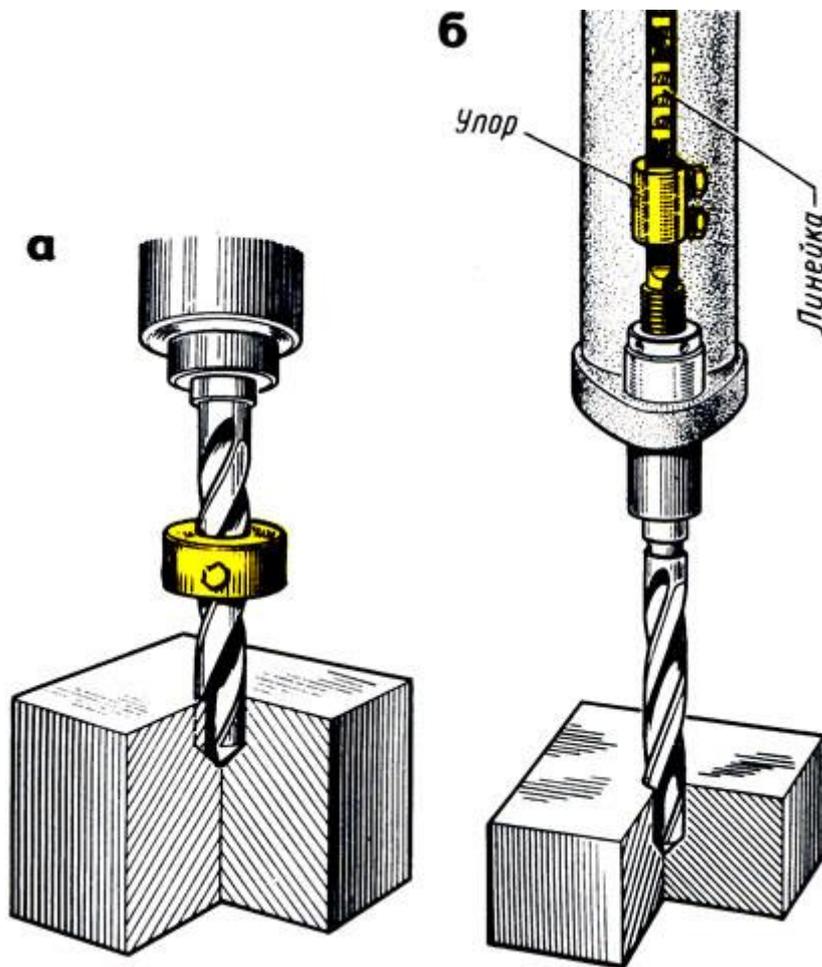


Рис. 229. Сверление глухих отверстий на заданную глубину : а - по втулочному упору, Упор б - по измерительной линейке

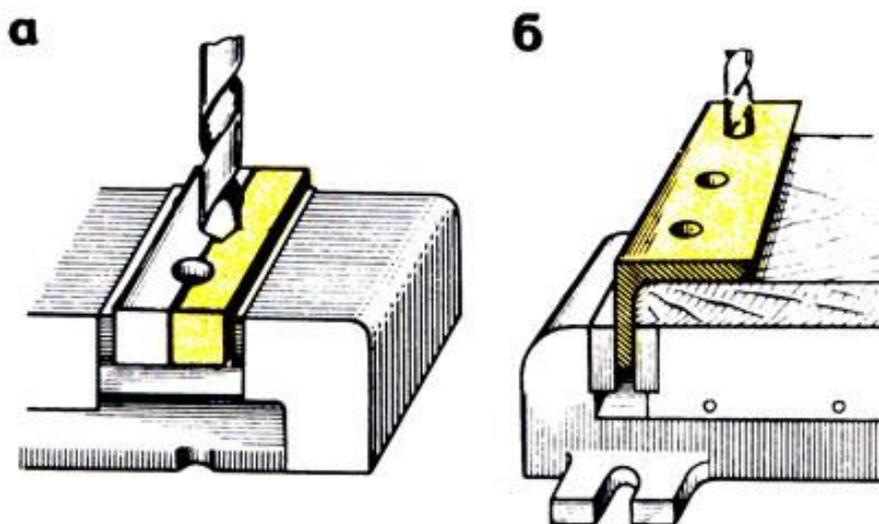


Рис. 230. Сверление: а - неполного отверстия при помощи приставной пластинки, б - отверстия в угольнике

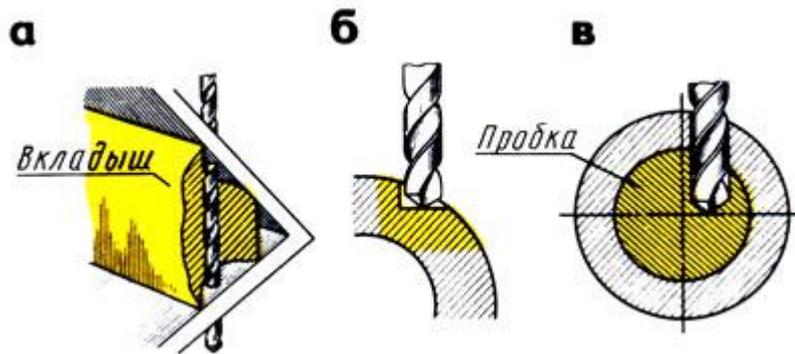


Рис. 231. Сверление отверстий: а - в плоскости, расположенной под углом к другой плоскости, б - на цилиндрической поверхности, в - в полых деталях

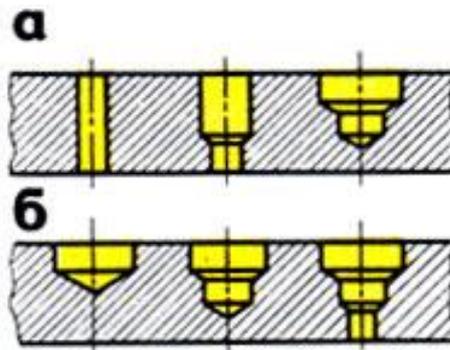


Рис. 232. Сверление отверстий с уступами: а - расверливанием, б - с уменьшением диаметра отверстия

Многие сверлильные станки имеют механизмы автоматической подачи с лимбами, которые определяют ход сверла на требуемую глубину.

Сверление неполных отверстий (полу отверстий). В тех случаях, когда отверстие расположено у края, к обрабатываемой детали приставляют пластинку из того же материала, зажимают в тисках и сверлят полное отверстие (рис. 230, а), затем пластинку отбрасывают.

Сверление сквозного отверстия в угольнике производят путем закрепления его в тисках на деревянной подкладке (рис. 230, б). Вначале выполняют пробное засверливание и проверяют по контрольным окружностям. Обнаружив увод сверла, исправляют и затем окончательно просверливают отверстие. После этого переставляют угольник для сверления следующего отверстия и т. д.

Сверление отверстий в плоскостях, расположенных под углом (рис. 231, а). Чтобы сверло не отклонялось в стороны и не ломалось, сначала готовят площадку перпендикулярно оси просверливаемого отверстия (фрезеруют или зенкуют), между плоскостями вставляют деревянные вкладыши или подкладки, затем сверлят отверстие обычным путем.

Сверление отверстий на цилиндрической поверхности. Сначала перпендикулярно оси сверления на цилиндрической поверхности делают площадку, накернивают центр, после чего сверлят отверстие обычным путем (рис. 231, б).

Сверление полых деталей. При сверлении полых деталей полость забивают деревянной пробкой (рис. 231, в).

Сверление отверстий с уступами (рис. 232, а) можно получить двумя способами:

первый - сначала сверлят отверстие по наименьшему диаметру, затем его рассверливают на один или два больших диаметра в пределах глубины каждой ступени; сверла меняют по количеству ступеней, последовательно увеличивая их диаметр;

второй - сначала сверлят сверлом наибольшего диаметра, а затем сверлами меньшего диаметра по числу ступеней (рис. 232, б).

При втором и первом способах сверло не уводит в сторону, оно центрируется хорошо. Измерить глубину сверления легче при втором способе, так как глубиномер тогда упирается в дно отверстия.

Сверление точных отверстий. Для получения точных отверстий сверление производят в два прохода. Первый проход делают сверлом, диаметр которого меньше на 1-3 мм диаметра отверстия. Этим исключается вредное действие перемычки. После этого отверстие сверлят в размер. Сверло должно быть хорошо заправлено.

Для получения более чистых отверстий сверление ведут с малой автоматической подачей при обильном охлаждении и непрерывном отводе стружки.

Сверление отверстий небольших диаметров производят на станках повышенной точности соответствующими подачами или ультразвуковым и электроискровым способом.

Сверление отверстий больших диаметров осуществляют рассверливанием просверленных отверстий. Однако отверстия, полученные отливкой, штамповкой и другими подобными методами, рассверливать не рекомендуется, так как сверло сильно уводит вследствие несовпадения центров отверстия с осью сверла.

Кольцевое сверление позволяет на станках получить отверстия диаметром 50 мм и более, не прибегая к рассверливанию. Кольцевое сверление осуществляют при помощи резцовых головок, имеющих полый корпус с закрепленными на нем резцами, расположенными диаметрально и равномерно по окружности. Число резцов четное - от 6 до 12 для головок диаметром 30 - 150 мм.

При кольцевом сверлении в детали 2 (рис. 233) вырезают резцами 3 канавки, а внутреннюю часть (сердцевину), оставшуюся в отверстии в виде стержня 7, выламывают. Стержень выламывают обычно не по всей длине отверстия сразу, а частями, по мере углубления головки. Глубина кольцевой выточки, необходимая для выламывания, зависит от диаметра отверстия.

Сверление отверстий в листовом металле. Сверлить отверстие в тонком листовом металле обычными сверлами очень трудно, так как глубина сверления меньше длины заборного конуса: режущие кромки сверла будут цепляться за обрабатываемый материал и рвать его. Отверстия в листовом металле сверлят перовыми сверлами. Чаще всего отверстия в тонком листовом металле пробивают на дыропробивных прессах. Большое отверстие, особенно в листовом материале, получают не сверлением, а вырезанием резцами, закрепленными в оправке (рис. 234). Для этого используют оправку 1 с направляющим стержнем 2 и коническим хвостовиком 4, в которой закрепляют два (или четыре) резца 3. Направляющий стержень входит в готовое отверстие и обеспечивает надежное направление. Оправка с резцами, вращаясь и имея подачу, в детали 5 вырезает отверстие.

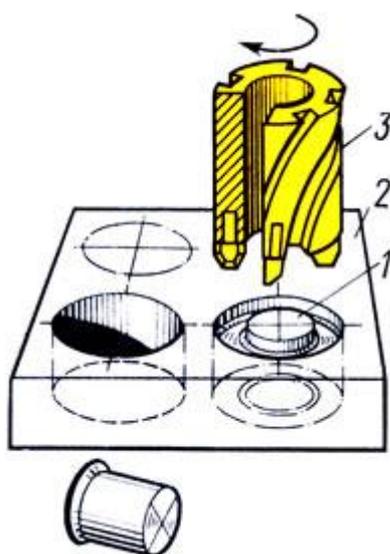


Рис. 233. Кольцевое сверление: 1 - сердцевина детали (стержень), 2 - деталь, 3 - кольцевое сверло (резец)

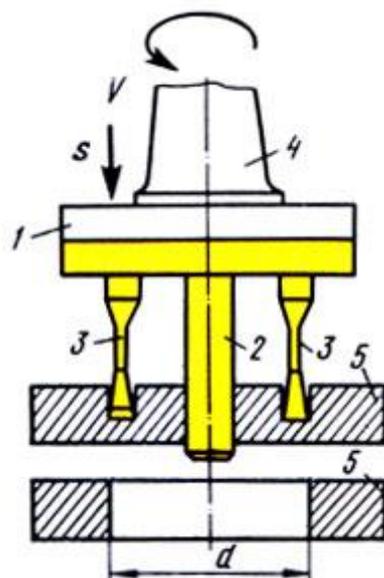


Рис. 234. Вырезание отверстий в листовом металле: 1 - оправка, 2 - направляющий стержень, 3 - резцы, 4 - хвостовик, 5 - деталь

Сверление глубоких отверстий. Глубоким сверлением называют сверление отверстий на глубину, превышающую диаметр сверла в 5 раз и более. В зависимости от технологии различают сплошное и кольцевое сверление.

Сверление спиральным сверлом осуществляют над сверливанием отверстия коротким сверлом, затем сверлят нормальным сверлом на полную глубину.

Просверливая глубокое отверстие, периодически выводят из него сверло, не останавливая станок, и удаляют из канавок накопившуюся стружку. Длина сверла должна соответствовать глубине сверления.

Получение глубоких отверстий обработкой спиральными сверлами обеспечивают следующие меры:

предварительное засверливание (центрование отверстия жестким укороченным сверлом, которое позволит направить более правильно длинное сверло в период врезания в металл);

сверление отверстия двумя сверлами - сначала коротким, а затем длинным; первое сверление на глубину до пяти диаметров сверла;

применение направляющих кондукторных втулок;

применение спиральных сверл с внутренним подводом охлаждающей жидкости.

Сверлить отверстия большой глубины с двух сторон не рекомендуется.

8. Особенности сверления труднообрабатываемых сплавов и пластмасс

Сверление жаропрочных сталей сопровождается образованием сильно деформированной лентообразной стружки, которая, упираясь в стенки канавок сверла и забивая их, дополнительно деформируется и затрудняет

подвод охлаждающей жидкости, что снижает стойкость сверла. Поэтому для сверления этих сталей на задних поверхностях сверла делают стружко-разделительные канавки, расположенные в шахматном порядке.

Сверление жаропрочных сталей осуществляют при обильном охлаждении 5%-ной эмульсией или водным раствором хлористого бария с добавкой 1% нитрата натрия.

Сверление легких сплавов требует особого внимания. Широко применяемыми и представляющими сложность при сверлении являются магниевые сплавы МЛ4, МЛ5 и др., а также алюминиевые сплавы.

При сверлении магниевых сплавов на передней поверхности сверла делают фаску с передним углом 5° , шириной 0,2 - 0,6 мм в зависимости от диаметра (чем больше диаметр сверла, тем шире фаска). При обработке магниевых сплавов не рекомендуются большие скорости, потому что сплавы могут воспламениться.

Особенности сверл для обработки магниевых сплавов: большие передние углы, малые углы при вершине (примерно 45°) и большие задние углы (15°).

Сверла для обработки алюминиевых сплавов изготавливают с большими углами при вершине ($65 - 70^\circ$) и наклона винтовых канавок ($35 - 45^\circ$), чем у сверл для обработки черных металлов. Задний угол равен $8 - 10^\circ$.

Сверление отверстий в пластмассах. Изделия из пластмасс (за небольшим исключением) можно обрабатывать всеми видами резания. Однако механическая обработка их имеет особенности, которые необходимо учитывать.

Термореактивные материалы (текстолит, аминопласты, гетинакс, волокнит, фенопласт К18-2 и др.) обрабатывают "всухую", без применения охлаждающих жидкостей; охлаждение режущего инструмента осуществляют струей сжатого воздуха.

Термопластичные материалы (капрон, полиэтилен, винипласт) допустимо обрабатывать с охлаждением 5%-ным раствором эмульсола в воде.

Пластические массы режут острозаточенным инструментом. Даже небольшое затупление его резко снижает качество обработки поверхности.

Уменьшение подачи также отрицательно влияет на качество обработки, так как нередко приводит к налипанию оплавленного материала (особенно при резании капрона, полиэтилена и винипласта).

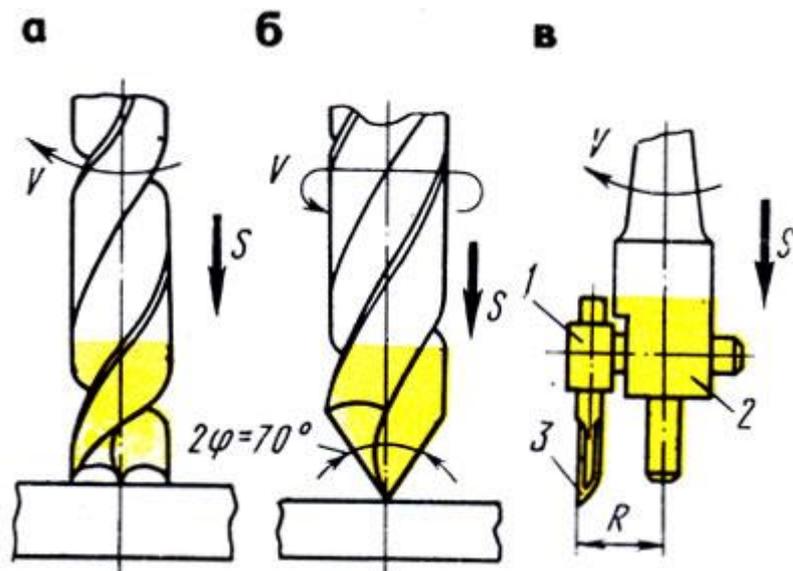


Рис. 235. Особые случаи сверления: а - в пластмассе, 1 - зажим, б - в органическом стекле, 2 - оправка, в - циркульный резец; 3 - резец

Для сверления слоистых пластмасс успешно применяются специальные сверла с углом заточки при вершине 60° (рис. 235, а).

При обработке капрона с небольшими допусками все измерения должны быть выполнены при температуре 20°C , поскольку тепловое расширение капрона в несколько раз больше, чем металла.

Чтобы выходная сторона при сверлении пластмасс не крошилась, под нее подкладывают жесткую металлическую опору.

Сверление органического стекла выполняют острыми спиральными сверлами с углом при вершине $2\varphi = 70^\circ$ (рис. 235, б). Если необходимо изготовить отверстие большего диаметра (до 100 - 150 мм), используют циркульные резцы (рис. 235, в). Сверление обычно ведут со скоростью до 50 мЦ/мин и подачей 0,1 мм/об для тонких заготовок и до 0,3 мм/об для заготовок толщиной свыше 10 мм. Резец 3 (рис. 235, б), закрепленный в зажиме 1, вставляют в оправку 2, которая своим хвостовиком закрепляется в шпиндель станка. Резец можно установить на различную величину радиуса Я.

Сверло для сверления отверстий в резине. Сверление отверстий обычными спиральными сверлами со специально заточенным углом затруднительно. В. И. Красавцев предложил сверлолопатку (рис. 236), которое напоминает столярное перовое сверло, но только не имеет центрального направления. Под резину на стол станка кладут кусок фанеры и ведут сверление на самой большой частоте вращения шпинделя.

При работе на сверлильном станке следует соблюдать следующие правила безопасности труда:

правильно устанавливать, надежно закреплять заготовки на столе станка и не удерживать их руками в процессе обработки;

не оставлять ключа в сверлильном патроне после смены режущего инструмента;

пуск станка производить только тогда, когда есть твердая уверенность в безопасности работы;

следить за работой насоса и количеством охлаждающей жидкости, поступающей к месту обработки;

не браться за вращающийся режущий инструмент и шпиндель;

не вынимать рукой сломанных режущих инструментов из отверстия, пользоваться для этого специальными приспособлениями;

не нажимать сильно на рычаг подачи при сверлении заготовок на проход, особенно при сверлении сверлами малого диаметра;

подкладывать деревянную подкладку на стол станка под шпиндель при смене патрона или сверла;

пользоваться специальным ключом, клином для удаления сверлильного патрона, сверла или переходной втулки из шпинделя;

постоянно следить за исправностью режущего инструмента и устройств крепления заготовок и инструмента;

не передавать и не принимать каких-либо предметов через работающий станок; не работать на станке в рукавицах; не опираться на станок во время его работы.

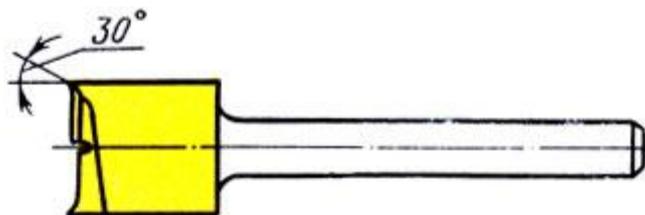


Рис. 236. Сверло-лопатка В. И. Красавцева

Обязательно останавливать станок в случае: ухода от станка даже на короткое время; прекращения работы; обнаружения неисправностей в станке, принадлежностях, приспособлениях и режущем инструменте; смазывания станка;

установки или смены режущего инструмента и приспособлений, принадлежностей и т. д.;

уборки станка, рабочего места и стружки с инструмента, патрона и заготовки.

II. Зенкерование, зенкование и развертывание

1. Зенкерование

Зенкерованием называется процесс обработки зенкерами цилиндрических и конических необработанных отверстий в деталях, полученных литьем, ковкой или штамповкой, или предварительно просверленных с целью увеличения диаметра, улучшения качества их поверхности, повышения точности (уменьшения конусности, овальности, разбивки).

Зенкерование является либо окончательной обработкой отверстия, либо промежуточной операцией перед развертыванием отверстия, поэтому при зенкеровании оставляют еще небольшие припуски для окончательной отделки отверстия разверткой (так же, как и после сверления оставляют припуск под зенкерование).

Зенкерование обеспечивает точность обработки отверстий в пределах 8 - 13 квалитетов, шероховатость обработанной поверхности в пределах 4 - 6-го классов.

Зенкерование - операция более производительная, чем сверление, так как при равных (примерно) скоростях резания подача при зенкеровании допускается в 2,5 - 3 раза больше, чем при сверлении.

Инструментом, которым выполняют зенкерование, является зенкер, который, как и сверло, закрепляют в коническом отверстии шпинделя станка, и работает так же, как и сверло, совершая вращательное движение вокруг оси, а поступательное - вдоль оси отверстия.

По внешнему виду цельный зенкер напоминает сверло и состоит из тех же основных элементов, но имеет больше режущих кромок (3 - 4) и спиральных канавок.

Три-четыре режущие кромки лучше центрируют инструмент в отверстии, придают ему большую жесткость, чем обеспечивается получение высокой точности.

Зенкер (рис. 237) состоит из рабочей части 7, шейки 4, хвостовика 5 и лапки 6.

Рабочая часть 7 состоит из режущей (заборной) 2 и направляющей (калибрующей) 3 частей.

Во время зенкерования режущая часть выполняет основную работу по снятию металла, а направляющая часть служит для направления зенкера в отверстии, для зачистки поверхности, для придания отверстию

правильной цилиндрической формы и получения правильного размера отверстия.

Ленточки (фаски) на направляющей части зенкера уменьшают трение и облегчают резание.

Зенкеры имеют переднюю поверхность 7 (рис. 238, а, б), режущие кромки 2, сердце-вину 3, заднюю поверхность 4, ленточки 5, а также углы а - задний, у -

передний, Φ - в плане, со - наклона винтовой канавки, величины которых определяют в зависимости от твердости металлов.

Зенкеры изготавливают из быстрорежущей стали двух типов: с коническим хвостовиком (зенкер NQ 1), насадные (зенкер № 2).

Цельные зенкеры с коническим хвостовиком и насадные зенкеры предназначаются для предварительной (зенкер № 1) и окончательной (зенкер № 2) обработки отверстий.

Цельные зенкеры с коническим хвостовиком (рис. 239, а) изготавливают диаметром от 10 до 40 мм и длиной рабочей части от 80 до 200 мм с числом зубьев 3.

Насадные зенкеры изготавливают диаметром от 32 до 80 мм и длиной от 10 до 18 мм с числом зубьев 4.

Для предварительной (зенкер № 1) и окончательной (зенкер № 2) обработки отверстий в деталях из чугуна и стали изготавливают цельные зенкеры с коническим хвостовиком и насадные, оснащенные пластинками из твердого сплава (рис. 239, б).

Кроме этого, изготавливают зенкеры насадные со вставными ножами (рис. 239, в), из быстрорежущей стали (ГОСТ 2255 - 71) для предварительной (зенкер № 1) и окончательной (зенкер № 2) обработки отверстий в деталях из чугуна и стали, а также зенкеры со вставными ножами оснащенными пластинками из твердого сплава (ВК6, ВК8, ВК6М, ВК8В, Т5К10, Т14К8, Т15К6), имеющие три-четыре ножа (клина) - цельные с коническим хвостовиком и четыре-шесть зубьев - насадные.

Зенкерование выполняется на сверлильных станках с подачей b в зависимости от диаметра зенкера по чугуну от 0,20 до 0,35 мм на один зуб, а по стали 0,15 - 0,30 мм на один зуб и скоростью резания зенкерами с пластинками из ВК - 35 м/мин, а с пластинками из ТК - 30 м/мин. В качестве охлаждающей жидкости применяют эмульсию.

Для зенкеров со вставными ножами из быстрорежущей стали подачу выбирают от 0,20 до 0,26 мм на один зуб, скорость резания от 11,6 до 22,5 м/мин в зависимости от диаметра зенкера. В качестве охлаждающей жидкости применяют 5%-ный (по массе) раствор эмульсии в воде.

Насадные зенкеры с напаянными пластинками из твердого сплава применяют для развертывания отверстий диаметром от 34 до 80 мм. Они изготавливаются длиной от 40 до 65 мм с числом зубьев не менее четырех. Насадные зенкеры соединяют с оправкой при помощи выступа на оправке и выреза на торце зенкера.

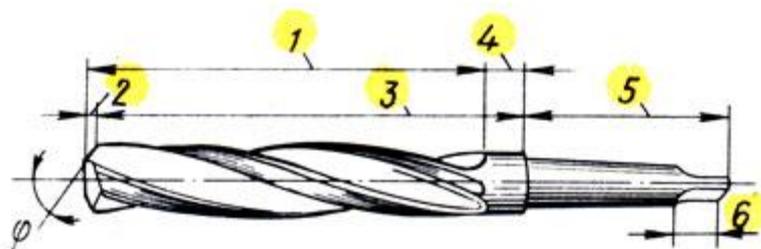


Рис. 237. Зенкер: 1 - рабочая часть, 2 - режущая часть, 3 - направляющая часть, 4 - шейка, 5 - хвостовик, 6 - лапка

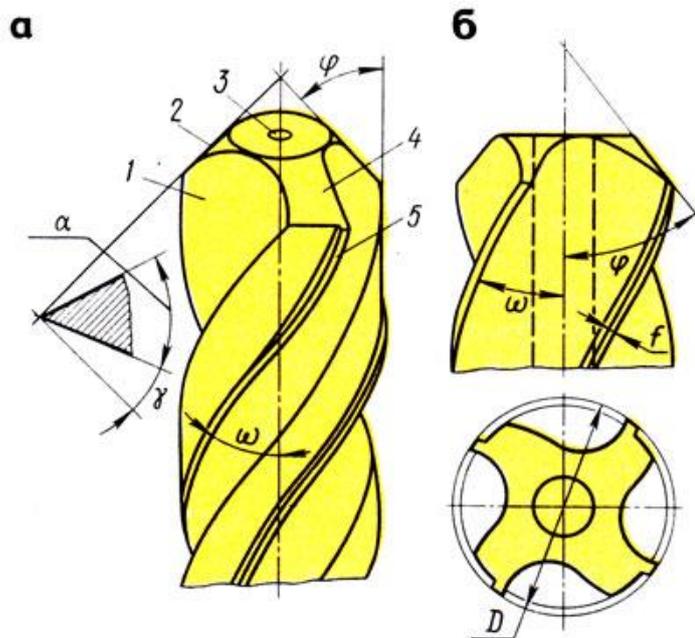


Рис. 238. Геометрия зуба зенкера: а - трехперого, б - четырехперого; 1 - передняя поверхность, 2 - режущая кромка, 3 - сердцевина, 4 - задняя поверхность, 5 - ленточка; углы: α - задний, γ - передний, φ - в плане, ω - наклона винтовой канавки

При зенкеровании отверстий широко применяют комбинированные инструменты, позволяющие совмещать зенкерование со сверлением.

В зависимости от точности все зенкеры изготавливают двух номеров: № 1 для обработки отверстий под развертывание и № 2 для окончательной обработки отверстий.

При зенкеровании стружку удаляют сильной струей сжатого воздуха или воды, или перевертывая деталь, если она не тяжелая. При зенкеровании деталей из стали, меди, латуни, дюралюминия применяют охлаждение мыльной эмульсией.

Для получения правильного и чистого отверстия припуски на зенкерование должны составлять: для зенкеров диаметром до 25 мм - 1 мм, для зенкеров диаметром от 26 до 35 мм - 1,5 мм, для зенкерования зенкерами диаметром от 35 до 45 мм - 2 мм.

2. Зенкование

Зенкование – это процесс обработки специальным инструментом цилиндрических или конических углублений и фасок просверленных отверстий под головки болтов, винтов и заклепок.

Основной особенностью зенковок по сравнению с зенкерами является наличие зубьев на торце и направляющих цапф, которыми зенковки вводятся в просверленное отверстие.

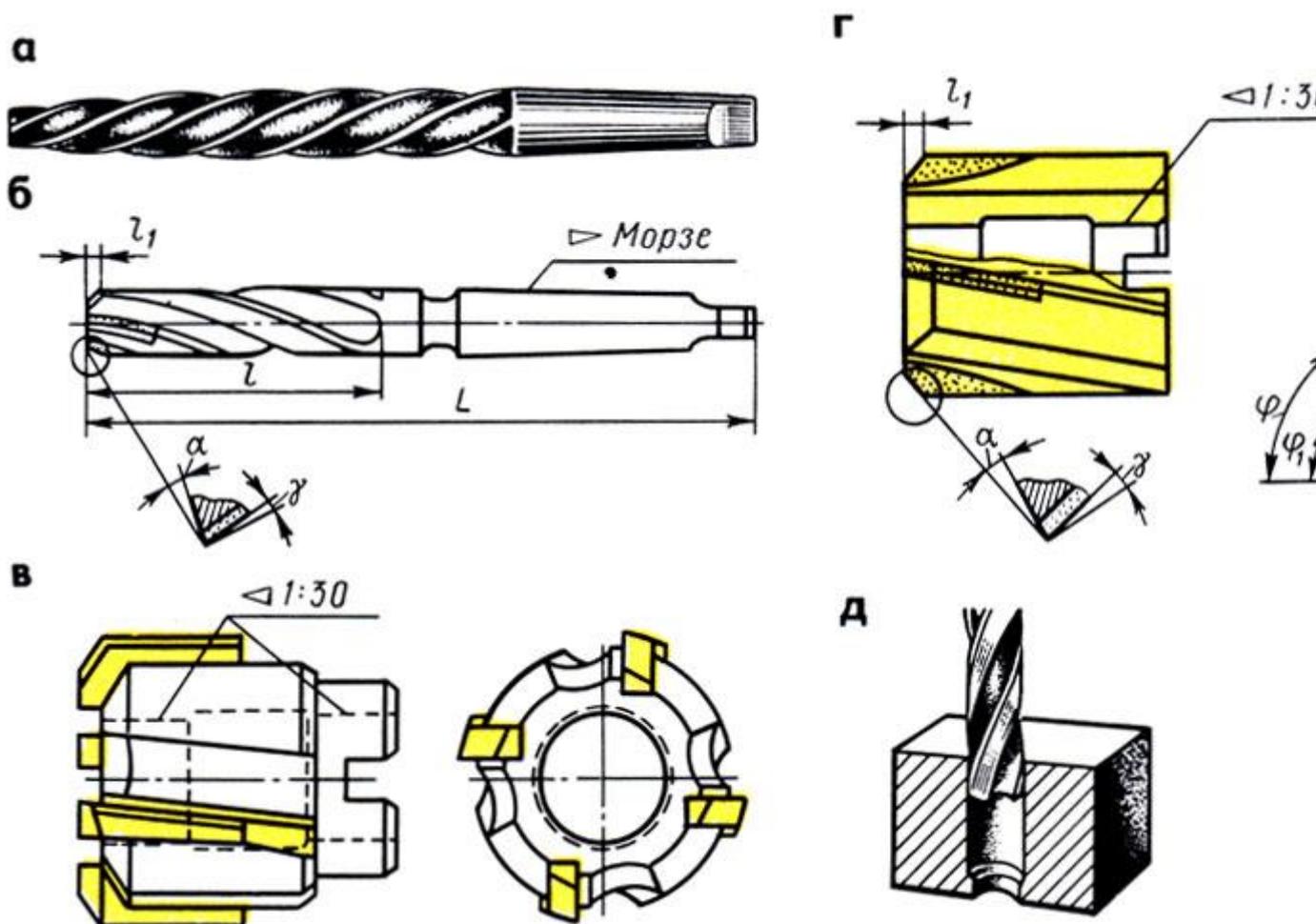


Рис. 239. Зенкеры: а - цельный с коническим хвостовиком, б - хвостовой с напаянными пластинками из твердого сплава, в - насадкой со вставными ножами, г - насадной с напаянными пластинками, д - работа зенкером

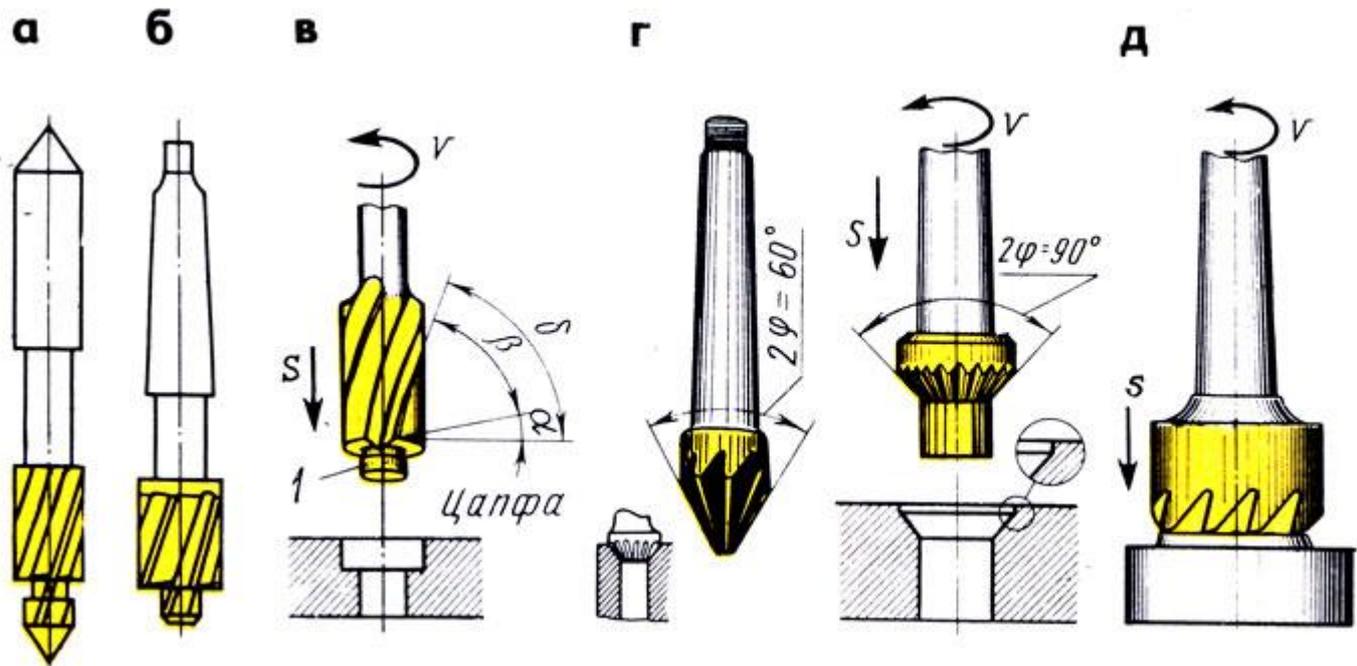


Рис. 240. Зенковки: а - с постоянной направляющей и цилиндрическим хвостовиком, б - со сменной направляющей и коническим хвостовиком, в - углы зенковки, г - конические зенковки, д - цековка, е - державка с зенковкой и вращающимся ограничителем; 1 - направляющая шпилька, 2 - упор, 3 - зенковка, 4 - винты, 5 - шарики, 6 - втулка, 7 - хвостовик

По форме режущей части зенковки подразделяют на цилиндрические, конические и торцовые (цековки).

Цилиндрическая зенковка состоит из рабочей части и хвостовика. Рабочая часть имеет от 4 до 8 торцовых зубьев. Цилиндрические зенковки имеют направляющую цапфу, которая входит в просверленное отверстие, что обеспечивает совпадение оси отверстия и образованного зенковкой цилиндрического углубления.

Цилиндрические зенковки бывают с постоянной направляющей и цилиндрическим хвостовиком диаметром от 2,3 до 12 мм (рис. 240, а) и со сменной направляющей и коническим хвостовиком диаметром от 11 до 40 мм (рис. 240, б). Материал - сталь Р18 или Р9.

Зенковки имеют углы, как и другие режущие инструменты (рис. 240, в).

Конические зенковки (рис. 240, г) состоят также из рабочей части и хвостовика. Рабочая часть имеет конус при вершине с углом 2Φ . Наибольшее распространение получили конические зенковки с углом конуса при вершине 30, 60, 90 и 120°.

Державка с зенковкой и вращающимся ограничителем (рис. 240, е) имеет хвостовик 7, на одном конце которого закреплена на резьбе зенковка 3 с направляющей шпилькой 7. Упор 2 соединен с зенковкой винтами 4. Зенковка со втулкой 6 легко вращается благодаря шарикам 5, размещенным между втулкой 6 и упором 2. Зенковка выступает из упора на глубину зенкуемого отверстия.

Ограничитель позволяет зенковать отверстия на одинаковую глубину, что трудно достичь при пользовании обычными зенковками.

Цекование производится цековками для зачистка торцовых поверхностей. Цековки обычно выполняют в виде насадных головок, имеющих торцовые зубцы. Цековками производят обработку бобышек под шайбы, упорные кольца, гайки (рис. 240, д).

Зенкование и цекование, как и сверление отверстий на определенную глубину, выполняют на сверлильных станках. Крепление зенковок и цековок не отличается от крепления сверл.

При зенковании и зенкеровании необходимо соблюдать те же правила безопасности труда, что и при сверлении.

3. Развертывание отверстий

Развертывание – это процесс чистовой обработки отверстий, обеспечивающей точность 7 - 9 квалитетов и шероховатость поверхности 7 - 8-го классов. Инструмент для развертывания - развертки.

Развертывание отверстий производят на сверлильных и токарных станках или вручную. Развертки, применяемые для ручного развертывания, называются ручными (рис. 241, а), а для станочного развертывания - машинными (рис. 241, б). Машинные развертки имеют более короткую рабочую часть.

По форме обрабатываемого отверстия развертки подразделяют на цилиндрические (рис. 241, а) и конические (рис. 241, в). Ручные и машинные развертки состоят из трех основных частей: рабочей, шейки и хвостовика (рис. 242).

Рабочая часть развертки I, на которой имеются расположенные по окружности зубья, в свою очередь делится на режущую, или заборную, часть, калибрующую цилиндрическую часть и обратный конус.

Режущая, или заборная, часть I₁, на конце имеет направляющий конус (скос под углом 45°), назначение которого состоит в снятии припуска на развертывание и предохранении вершины режущих кромок от забоин при развертывании.

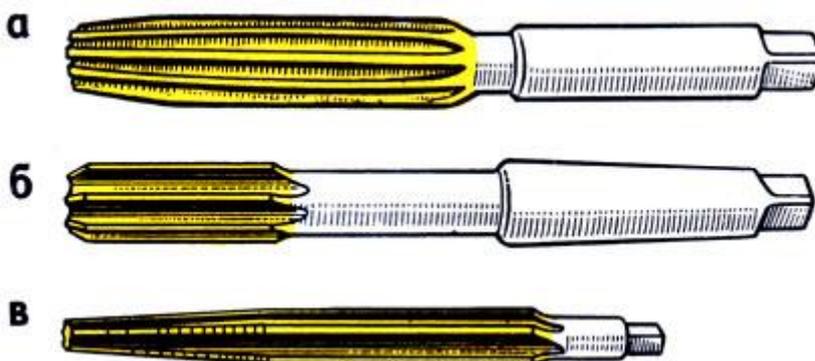


Рис. 241. Развертки: а - ручная, б - машинная, в - коническая

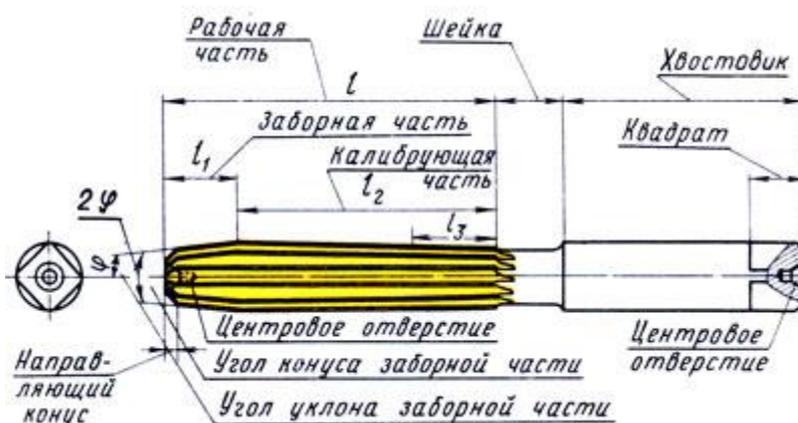


Рис. 242. Ручная развертка

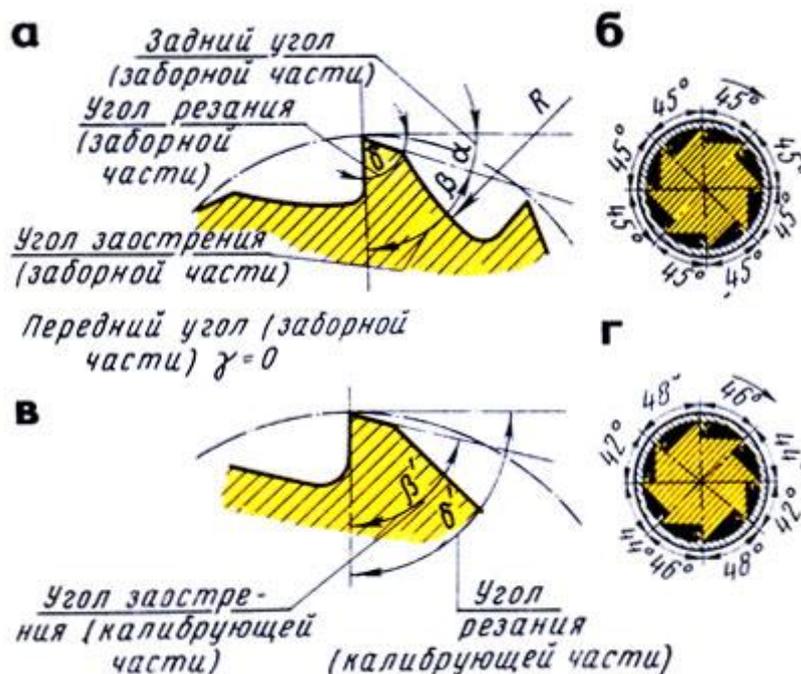


Рис. 243. Геометрия зубьев развертки: а, в - элементы геометрии, б - развертка с равномерным шагом, г - с неравномерным шагом

Режущие кромки заборной части образуют с осью развертки угол при вершине 2φ (для ручных разверток $0,5 - 1,5^\circ$, а для машинных $3-5^\circ$).

Калибрующая часть I_2 предназначена для калибрования отверстия и направления развертки во время работы. Каждый зуб калибрующей части вдоль рабочей части развертки заканчивается канавкой, благодаря которой образуются режущие кромки; кроме того, канавки служат для отвода стружки.

Обратный конус I_3 находится на калибрующей части ближе к хвостовику. Он служит для уменьшения трения развертки о поверхность отверстия и сохранения качества обрабатываемой поверхности при выходе развертки из отверстия.

У ручных разверток величина обратного конуса от $0,05$ до $0,10$ мм, а у машинных - от $0,04$ до $0,6$ мм.

Шейка развертки находится за обратным конусом и предназначена для выхода фрезы при фрезеровании (нарезании) на развертках зубьев, а также шлифовального круга при заточке.

Хвостовик ручных разверток имеет квадрат для воротка (см. рис. 241, а). Хвостовик машинных разверток диаметром до $10 - 12$ мм выполняют цилиндрическим, более крупных разверток - коническим (рис. 241, б).

Центровые отверстия служат для установки развертки при ее изготовлении, а также при заточке и переточке зубьев.

Режущими элементами развертки являются зубья.

Зубья развертки (рис. 243, а, в) определяются задним углом α ($6-15^\circ$; большие значения берутся для разверток больших диаметров), углом заострения (β , передним углом γ (для черновых разверток от 0 до 10° , для чистовых - 0°).

Углы заострения (β и резания δ определяют в зависимости от углов α и γ .

Развертки изготовляют с равномерным и неравномерным распределением зубьев по окружности. При ручном развертывании применяют зубья с неравномерным распределением зубьев по окружности, например у развертки, имеющей восемь зубьев, углы между зубьями будут: $42, 44, 46$ и 48° (рис. 243, г). Такое распределение обеспечивает получение в отверстии более чистой поверхности, а главное - ограничивает возможность образования так называемой огранки, т. е. получения отверстий не цилиндрической, а многогранной формы.

Если бы шаг развертки был равномерным, то при каждом повороте воротком развертки зубья останавливались в одном и том же месте, что неизбежно привело бы к получению волнистости (граненой) поверхности.

Машинные развертки изготовляют с равномерным распределением зубьев по окружности (рис. 243, б). Число зубьев разверток четное: $6, 8, 10$ и т. д. Чем больше зубьев, тем выше качество обработки.

Ручные и машинные развертки выполняют с прямыми (прямозубые) и винтовыми (спиральные) канавками. По направлениям винтовых канавок они делятся на правые (рис. 244, а) и левые (рис. 244, б).

При работе разверткой со спиральным зубом поверхность получается более чистая, вторая получистовая и третья чистовая, придающая отверстию окончательные размеры и требуемую шероховатость.

Конические развертки работают в более тяжелых условиях, чем цилиндрические, поэтому у конических разверток на прямолинейных зубьях делают поперечные прорезы для снятия стружки не всей длиной зуба, что значительно уменьшает усилия при резании. Причем поскольку черновая развертка снимает большой припуск, ее делают ступенчатой, в виде отдельных зубьев, которые при работе дробят стружку на мелкие части. На промежуточной развертке, которая снимает значительно меньшую стружку, прорезы делают меньше и другого профиля. Чистовая развертка никаких стружколомных канавок не имеет.

Ручные цилиндрические развертки применяют для развертывания отверстий диаметром от 3 до 60 мм. По степени точности они разделяются по номерам $1, 2$ и 3 .

Развертки машинные с цилиндрическим хвостовиком изготовляют трех типов: I, II и III. Развертки применяют для обработки отверстий $6 - 8$ качества. Они изготовляются диаметром $3 - 50$ мм. Развертки закрепляют в самоцентрирующих патронах станков.

Развертки машинные с коническим хвостовиком типа II изготавливают диаметром от 10 до 18 мм и более короткой рабочей частью. Эти развертки закрепляют непосредственно в шпинделе станка.

Развертки машинные насадные типа III изготавливают диаметром 25 - 50 мм. Этими развертками обрабатывают отверстия 5 - 6 качества.

Развертки машинные с квадратной головкой изготавливают диаметром 10 - 32 мм, предназначены для обработки отверстий по 6 - 7 качеству, закрепляют в патронах, допускающих покачивание и самоцентрирование разверток в отверстиях.

Развертки со вставными ножами типа I (насадные) имеют то же назначение, что и чем при обработке с прямым зубом. Однако изготовление и особенно заточка разверток со спиральным зубом очень сложны, и поэтому такие развертки применяют только при развертывании отверстий, в которых имеются пазы или канавки.

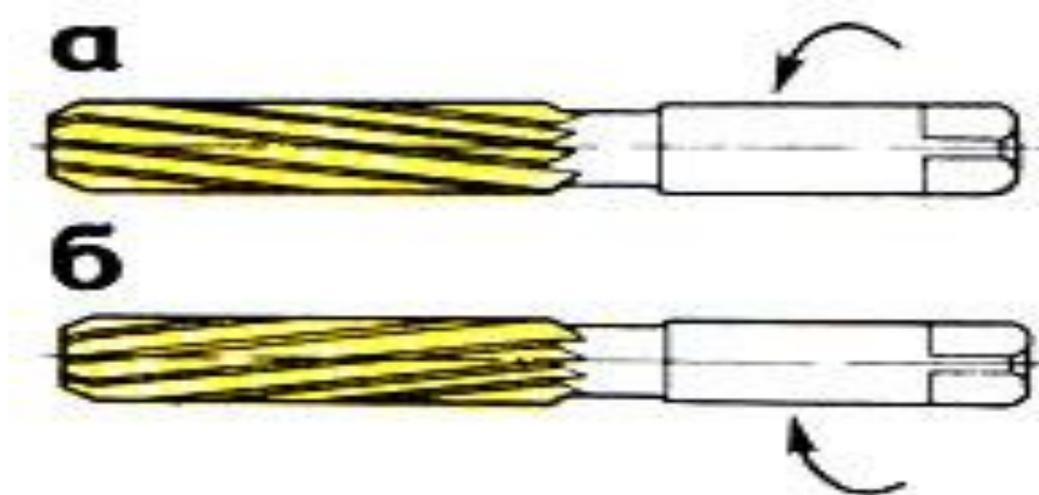


Рис. 244. Конструкции разверток: а - правая, б - левая

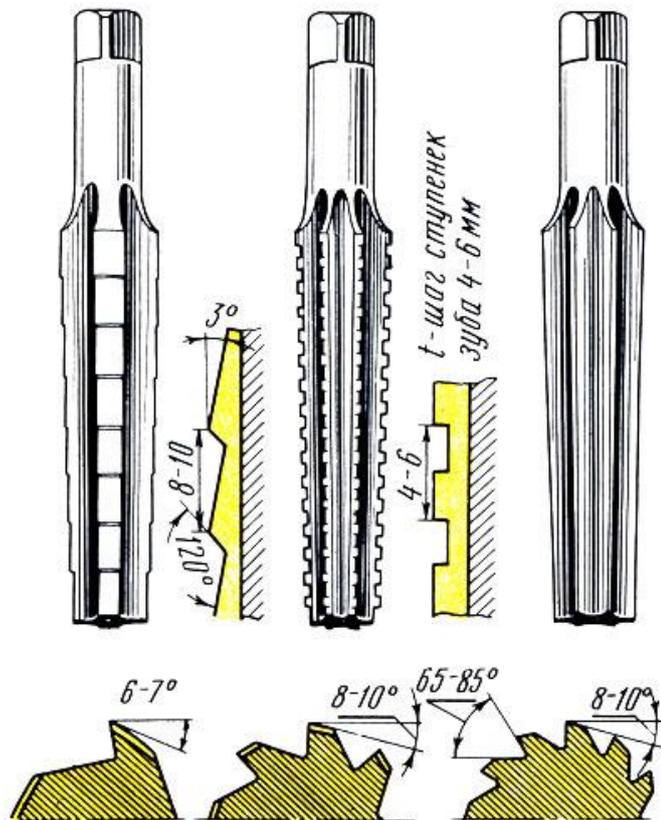


Рис. 245. Комплект ручных конических разверток

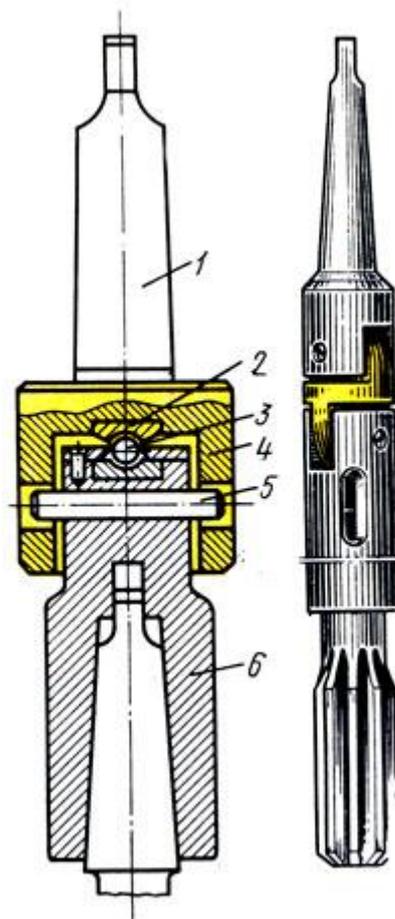


Рис. 246. Развертки машинные: а - раздвижная, б - разжимная

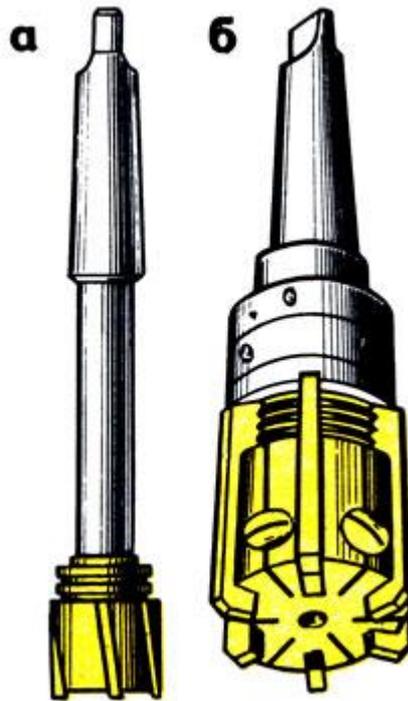


Рис. 247. Качающаяся оправка



Рис. 248. Комбинированные инструменты: а - сверло-развертка, б - зенкер-развертка, в - сверло-зенковка

Как конические, так и цилиндрические развертки изготавливают комплектами из двух или трех штук (рис. 245). В комплекте из двух штук одна развертка предварительная, а вторая чистовая. В комплекте из трех штук первая развертка черновая, или обдирочная, предыдущие, и изготавливают их диаметром 25-100 мм.

Развертки машинные, оснащенные пластинками из твердого сплава Т15К6, служат для обработки отверстий больших диаметров с высокой скоростью и большой точностью.

Кроме рассмотренных конструкций разверток широко применяют и другие развертки, повышающие точность и качество обработки отверстий.

Раздвижные (регулируемые) развертки (рис. 246, а) применяют при развертывании отверстий диаметром от 24 до 80 мм. Они допускают увеличение диаметра на 0,25 - 0,5 мм.

Регулируемые развертки получили наибольшее распространение. Они состоят из корпуса, который служит довольно долго, и изготавливаются из сравнительно недорогих конструкционных сталей и вставных ножей простой формы. Ножи делают из тонких пластинок, на них расходуется небольшое количество дорогостоящего металла. Их можно переставлять или раздвигать на больший диаметр, регулируя или затачивая до нужного размера. Когда ножи стачиваются и уже не обеспечивают надежного крепления, их заменяют новыми.

Для развертывания сквозных отверстий широко применяют разжимные развертки (рис. 246, б), ножи в которых крепятся или винтами, или в точно пригнанных пазах прижимаются ко дну паза конусными выточками концевых гаек, или же винтами, разжимающими корпус.

При работе разверткой на станке часто бывают случаи, когда при жестко закрепленной развертке ось ее не совпадает с осью обрабатываемого отверстия, и поэтому развернутое отверстие получается неправильной формы. Это происходит при неисправном станке: ось вращения шпинделя не совпадает с осью отверстия (биение шпинделя).

Для повышения качества обработки и во избежание брака при развертывании отверстий применяют качающиеся оправки (рис. 247).

Качающаяся оправка закрепляется в шпинделе станка коническим хвостовиком 7. В отверстии корпуса 4 крепится штифтом 5 с зазором качающаяся часть оправки 6, которая упирается шариком 3 в подпятник 2. Благодаря такому устройству качающаяся оправка с разверткой может легко принимать положение, совпадающее с осью развертываемого отверстия.

Для получения высокой точности отверстия применяют плавающие развертки, представляющие собой пластины, вставленные в точно обработанные пазы цилиндрической оправки. Наружные ребра пластины заточены так же, как и у зуба развертки. Для обеспечения регулирования пластины делают составными. При работе плавающими развертками не нужна точная соосность обрабатываемого отверстия и шпинделя станка и, кроме того, точное отверстие получается даже при биении шпинделя, так как пластина своими ленточками центрируется по стенкам отверстия, перемещаясь в пазу оправки в поперечном направлении. Применение рациональной конструкции разверток не только обеспечивает высокое качество работы, но и значительно повышает производительность труда.

На некоторых машиностроительных заводах при развертывании конических отверстий на конусную часть развертки ставят ограничивающее стопорное кольцо, что исключает затрату времени на измерение.

Для уменьшения нагрузки на развертку в процессе работы увеличивают длину ее заборной части в два раза. Это позволяет отказаться от применения второй развертки и повысить производительность и точность обработки.

Широко применяют комбинированный инструмент для одновременного сверления и зенкования отверстия (рис. 248, а, б, в).

Сверло-зенкер, сверло-зенковка, сверло-развертка, зенкер-развертка позволяют совместить две операции и получить отверстие заданной формы, качества и шероховатости.

4. Приемы развертывания

Развертыванию всегда предшествует сверление или зенкерование отверстий. Размер сверла или зенкера, которым отверстие (Обрабатывалось перед развертыванием, выбирают с таким расчетом, чтобы на черновое развертывание оставался припуск 0,25 - 0,50 мм и на чистовое 0,05 - 0,015 мм. Глубина резания определяется толщиной срезаемого слоя, составляющей здесь половину припуска на диаметр. Элементы резания при развертывании показаны на рис. 249.

Величина подачи и скорости резания при развертывании оказывают существенное влияние на шероховатость поверхности отверстия. Чем выше требования к качеству поверхности, тем меньше должны быть скорости резания и подачи. При этом нужно иметь в виду, что для отверстий диаметром не более 25 мм оставляют припуск под черновое развертывание 0,1-0,15 мм, под чистовое 0,05 - 0,02 мм. Отверстия диаметром меньше 25 мм следует обрабатывать сначала черновой разверткой, затем чистовой. Отверстия диаметром свыше 25 мм обрабатывают предварительно зенкером, затем черновой и чистовой развертками.



Рис. 249. Элементы резания при развертывании

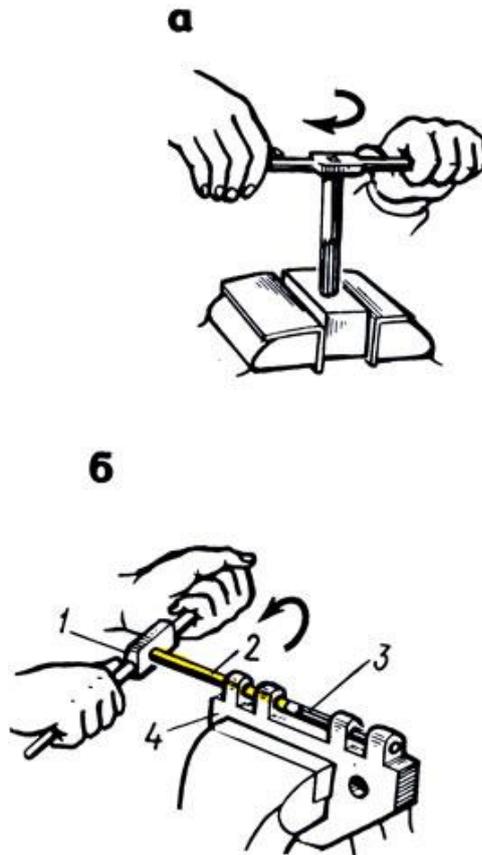


Рис. 250. Развертывание: а - установка развертки и воротка, б - развертка с удлинителем; 1 - вороток, 2 - удлинитель, 3 - развертка, 4 - деталь

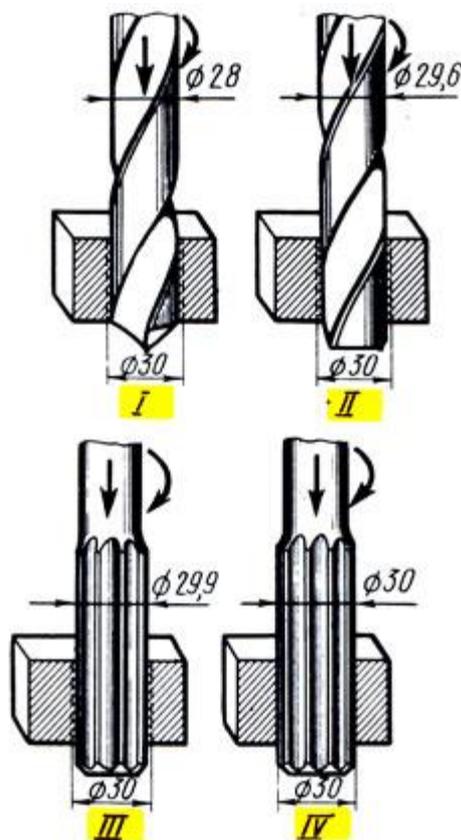


Рис. 251. Последовательность обработки отверстия: I - сверление, II - зенкерование, III - черновое развертывание, IV - чистовое развертывание

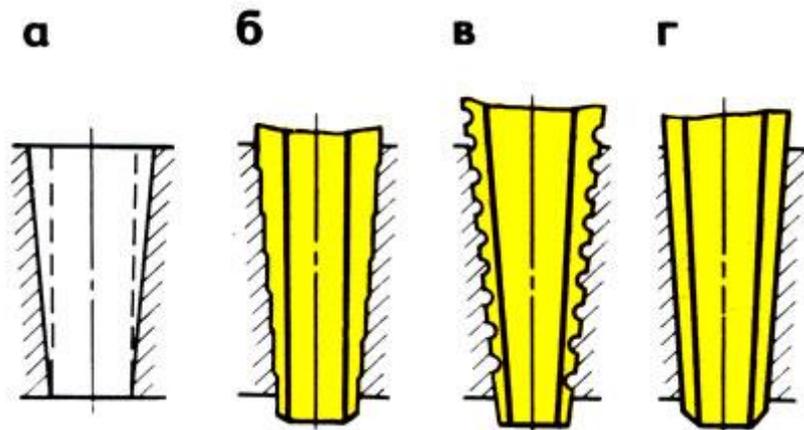


Рис. 252. Обработка конических отверстий: а - деталь с коническим отверстием, б - обработка отверстия ступенчатым зенкером, в - развертывание разверткой со стружкопными канавками, г - развертывание конической разверткой с гладкими режущими лезвиями

Для развертывания деталь надежно закрепляют в тисках. Крупные детали не закрепляют. Значительное влияние на шероховатость и точность развертывания оказывает смазка и охлаждение. При отсутствии охлаждения и смазки происходит разбивка отверстия: оно получается неровным, шероховатым и, кроме того, возникает опасность защемления и поломки развертки. Поэтому при развертывании применяют смазочно-охлаждающие жидкости.

Ручное развертывание. Приступая к развертыванию, прежде всего следует:

выбрать соответствующую развертку, затем убедиться, что выкрошенных зубьев или забоин на режущих кромках нет;

проверить величину оставленного припуска на развертывание, который не должен быть больше установленного, так как в противном случае развертка быстро затупится и могут выкрошиться зубья;

осторожно установить в отверстие развертку и проверить ее положение по угольнику 90° . Убедившись в перпендикулярности оси, в отверстие детали вставляют конец развертки так, чтобы ось ее совпала с осью отверстия. Далее плавно вращают развертку, подавая ее в отверстие. Развертку вращают только в одном направлении, при вращении в обратном - испортится лезвие (выкрошится) (рис. 250, а).

Для развертывания отверстий в труднодоступных местах детали 4 применяют специальные удлинители 2 (рис. 250, б), надевающиеся на квадрат хвостовика развертки 3, а на квадрат хвостовика удлинителя установить вороток 7.

Брак	Причина	Способ устранения
Не выдержан размер отверстия	Неправильно выбран диаметр развертки Биение развертки	Заменить развертку Применить качающуюся оправку
Нечистая поверхность отверстия	Недостаточен припуск под развертывание Грубая обработка отверстия под развертывание	Увеличить припуск Улучшить поверхность отверстия под развертывание
Следы дробления на поверхности	Вращение развертки рывками Увеличенный припуск	Плавно, равномерно вращать развертку Уменьшить припуск
Надиры на поверхности	Неправильно заточена развертка Неправильно закреплена развертка Вращение развертки в разные стороны Затупленная развертка Большой припуск	Заменить развертку Правильно закрепить развертку Вращать развертку только в правую сторону Заточить развертку Уменьшить припуск
	Неправильно выбрана охлаждающая жидкость, ее количество мало	Заменить жидкость или увеличить ее количество

Таблица 3. Брак при развертывании и способы его устранения

На рис. 251 показана последовательность обработки отверстия диаметром 30 мм в стальной детали по 6 - 7 квалитетам;

I - сверление отверстия диаметром 28 мм;

II - зенкерование зенкером диаметром 29,6 мм;

III - развертывание черновой разверткой диаметром 29,9 мм;

IV - развертывание чистовой разверткой диаметром 30 мм.

Обработка конических отверстий. При обработке конических отверстий с большой конусностью (рис. 252, а) применяют комплект из трех инструментов. Вначале обрабатывают отверстие ступенчатым зенкером (рис. 252, б), затем применяют развертку со стружколомными канавками (рис. 252, в) и далее коническую развертку с гладкими режущими лезвиями (рис. 252, г).

Машинное развертывание производят так же, как и сверление, т. е. развертка жестко закрепляется с помощью патрона или переходных втулок в конусе шпинделя станка. При этом наряду с прочным закреплением развертки следует обеспечить совпадение осей шпинделя и развертки.

В табл. 3 указан брак при развертывании и способы его устранения.

Безопасность труда при развертывании, при зенкеровании и зенковании та же, что и при сверлении.