

поверхность отверстия. В результате повышаются деформация стружки и тепловыделение. На увеличение деформации стружки также влияет изменение скорости резания вдоль режущего лезвия от максимального значения на периферии сверла до нулевого у оси. Дополнительная деформация и повышенное трение способствуют большому тепловыделению, а так как подвод охлаждающей жидкости в зону резания затруднен, то сверло работает в более тяжелых термических условиях, чем резец.

§ 2. ИНСТРУМЕНТЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ НА СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКАХ

Спиральное сверло — наиболее распространенный режущий инструмент при сверлении и рассверливании. Оно состоит из рабочей части I, шейки IV, хвостовика (конического или цилиндрического) V и лапки VI (рис. 104, а). У сверл с цилиндрическим хвостовиком лапки отсутствуют. Рабочую часть составляют режущая II и направляющая III части. Направляющая часть предохраняет сверло от увода в сторону и позволяет осуществлять его многократную переточку.

На всей этой части сверла имеются узкие ленточки, которые (рис. 104, б) служат для направления инстру-

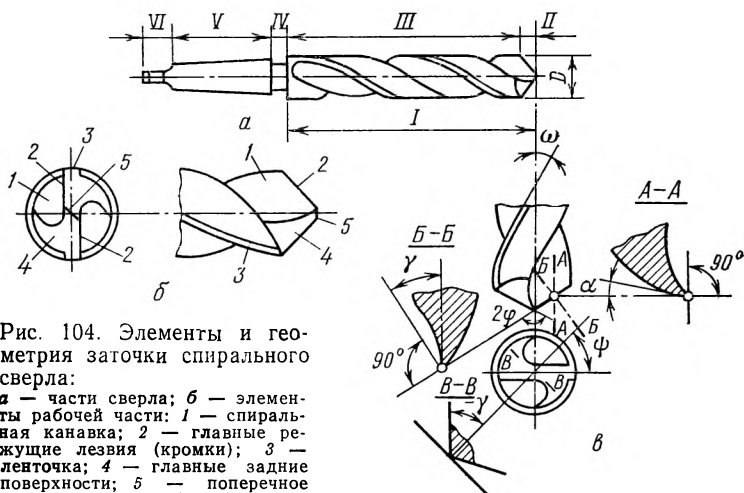


Рис. 104. Элементы и геометрия заточки спирального сверла:

а — части сверла; б — элементы рабочей части: 1 — спиральная канавка; 2 — главные режущие лезвия (кромки); 3 — ленточка; 4 — главные задние поверхности; 5 — поперечное лезвие (перемычка); а — геометрия режущей части

мента в отверстии. Ленточки снижают трение сверла об обработанную поверхность, так как уменьшается площадь соприкосновения инструмента с поверхностью отверстия. С этой же целью на направляющей части сверла делается обратный конус.

Режущая часть совершает основную работу резания и имеет два винтовых зуба, которые соединяются сердцевиной. **Винтовые канавки** служат для отвода стружки, а дно каждой канавки является **передней поверхностью**. На конце сверла (на торцах зубьев) затачиваются две конусные поверхности, которые являются **главными задними поверхностями** инструмента. Пересечение передних и главных задних поверхностей дают две **главные режущие кромки**, которые и выполняют основную работу резания. **Вспомогательными режущими кромками** сверла являются винтовые кромки направляющих ленточек. Главные задние поверхности, пересекаясь друг с другом, образуют **поперечную режущую кромку** (перемычку), которая врезается в металл и центрирует сверло при работе.

Геометрия режущей части спирального сверла представлена на рисунке 104, в. **Передний угол** γ измеряется в плоскости Б—Б, нормальной к главной режущей кромке. Это угол между касательной к передней поверхности в рассматриваемой точке и нормалью в той же точке к поверхности вращения режущей кромки вокруг оси сверла. В каждой точке режущей кромки передний угол является величиной переменной, наибольшее значение угол γ имеет на периферии сверла, где он практически равен углу наклона винтовой канавки ω , а наименьшее — у вершины сверла. На поперечной режущей кромке (перемычке) угол имеет отрицательное значение, что создает угол резания больше 90° , а следовательно, и тяжелые условия работы.

Задний угол α — угол между касательными к задней поверхности в рассматриваемой точке и касательной к окружности ее вращения вокруг оси сверла. Этот угол рассматривается в плоскости А—А, параллельной оси сверла. Задний угол α затачивают переменным: большим у оси сверла ($20...27^\circ$) и меньшим у периферии ($8...14^\circ$).

Угол наклона винтовой канавки ω измеряют между касательной к винтовой поверхности и образующей цилиндра. Он обычно равен $18...30^\circ$.

Угол наклона поперечной режущей кромки ϕ изме-

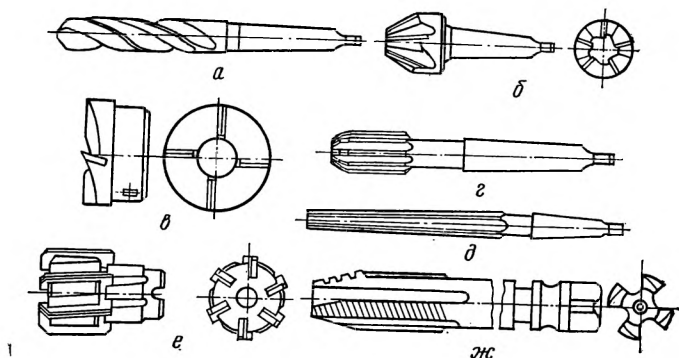


Рис. 105. Инструменты для обработки отверстий на сверлильных станках

ряют между проекциями главной и поперечной режущих кромок на плоскость, перпендикулярную к оси сверла. У стандартных сверл $\psi = 50...55^\circ$.

Угол при вершине сверла 2ϕ измеряют между главными режущими кромками. Он имеет различную величину в зависимости от обрабатываемого материала (80° для мрамора и других хрупких материалов, 140° для алюминия, баббита и других мягких материалов, $116...120^\circ$ для стали и чугуна).

Зенкерами обрабатывают предварительно просверленные отверстия, а также отверстия в литых и штампованных заготовках. Зенкер (рис. 105, а) имеет те же части и элементы, что и сверло, но в отличие от последнего он может иметь три и более зубьев, а следовательно, такое же число режущих кромок. У зенкера нет поперечной кромки, что повышает его прочность и жесткость. По типу крепления зенкеры различают хвостовые (рис. 105, а и б) и насадные (рис. 105, в).

Развертками (рис. 105, г...е) окончательно обрабатывают отверстия после растачивания или зенкерования. Они имеют те же режущие элементы, что и сверло, но изготавливаются с числом зубьев от 6 до 12 с прямыми или винтовыми канавками. По типу крепления развертки, так же как зенкеры, различают хвостовые и насадные.

Машинными и ручными метчиками (рис. 105, ж) нарезают резьбу в отверстиях на сверлильных станках.

Они имеют режущую (заборную) часть, которая выполняет основную работу резания, калибрующую часть, окончательно формирующую профиль резьбы.

§ 3. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ К СВЕРЛИЛЬНЫМ СТАНКАМ

При обработке на сверлильных станках применяют различные приспособления (рис. 106) для установки и закрепления заготовок на столе станка.

Машинные тиски (рис. 106, а) чаще всего применяют для закрепления заготовок. При сверлении сквозных отверстий заготовку устанавливают в тисках на подкладках, чтобы обеспечить свободный выход сверла из отверстия.

Простые (рис. 106, б) и **универсальные угольники** используют при сверлении параллельных отверстий или отверстий, расположенных под углом к установочной плоскости. На **призмах** (рис. 106, в) устанавливают заготовки цилиндрической формы при сверлении в них отверстий. Закрепляют заготовки прижимными планками, прихватывая болтами. Крупные заготовки устанавливают на столе (рис. 106, г) станка и закрепляют прижимными планками и болтами.

Кондукторы применяют при сверлении без разметки одного или нескольких точно расположенных отверстий в деталях, обрабатываемых большими партиями. Направляющие втулки, установленные в плите кондуктора, обеспечивают определенное положение режущего инструмента относительно обрабатываемой детали.

Универсальные трехкулачковые патроны (рис. 107, а) служат для крепления режущих инструментов с цилиндрическим хвостовиком. Патрон с вставленным инструментом затягивают вручную или с помощью ключа (для

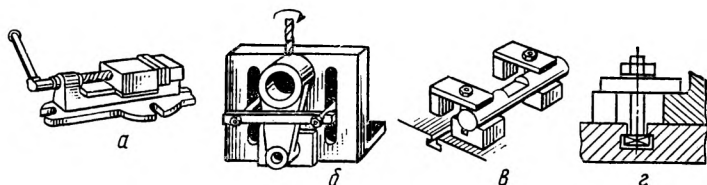
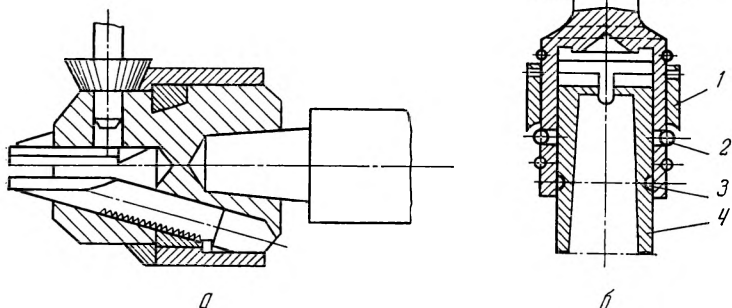


Рис. 106. Приспособления для установки заготовок на столе сверлильного станка:

а — машинные тиски; б — угольники; в — призмы; г — стол

Рис. 107. Патроны:

а — универсальный трехкулачковый; **б** — быстросменный



усиления зажима). Эти патроны применяют, когда обработка ведется одним инструментом.

Быстросменные патроны (рис. 107, б) применяют в тех случаях, когда приходится часто менять инструменты в процессе работы. Эти патроны позволяют заменять режущий инструмент без выключения шпинделя станка. Инструмент закрепляют в сменной втулке 4 и вставляют в центральное отверстие корпуса патрона. При этом шарики 2 попадают в лунки 3 втулки и удерживаются опущенной вниз муфтой 1. При смене инструмента муфта поднимается, шарики вытесняются из лунок и втулка с инструментом вынимается. Пружинные кольца ограничивают перемещение муфты 1 вверх и вниз.

Предохранительные патроны, которые могут передавать строго ограниченный крутящий момент, применяют на сверлильных станках при нарезании резьбы для предупреждения поломки метчиков в глухих отверстиях.

Переходные конические втулки применяют для закрепления режущего инструмента (сверл, зенкеров, разверток) с коническим хвостовиком, когда конус хвостовика инструмента меньше конуса отверстия шпинделя станка.

Конические хвостовики инструментов и конические отверстия в шпинделях сверлильных и других станков имеют форму конуса Морзе. Номера конусов: 0, 1, 2, 3, 4, 5 и 6. Каждому номеру соответствуют определенные размеры конуса. Номера переходных втулок выбирают по размерам конусов режущих инструментов. В коническом отверстии шпинделя хвостовик удерживается силой трения, возникающей между поверхностями. Лапка хвостовика входит в паз шпинделя и предохраняет хвостовик от проворачивания, служит для передачи крутящего момента.

Оправки применяют на сверлильных и расточных станках для установки и закрепления резцов, специального инструмента, а также в качестве удлинителей.

§ 4. ВЕРТИКАЛЬНО-СВЕРЛИЛЬНЫЙ СТАНОК

Сверлильные станки подразделяются на универсальные (общего назначения) и специализированные. Вертикально-сверлильные станки составляют основную часть (90%) парка сверлильных станков и широко применяются в ремонтных мастерских, на ремонтных и машиностроительных заводах. Наиболее крупные станки этого типа позволяют сверлить отверстия диаметром 75 мм, а вертикально-сверлильный станок модели 2Н135А — диаметром до 35 мм.

На рисунке 108 показаны контуры и кинематическая схема одношпиндельного вертикально-сверлильного станка модели 2Н135А. На фундаментной плите крепится станина станка, в ее верхней части расположен корпус, в котором смонтированы коробка скоростей, коробка подач и шпиндельный вал, а также механизм перемещения корпуса по вертикальным направляющим станины. Заготовку и приспособления устанавливают на столе, который может передвигаться по вертикальным направляющим станины и устанавливаться на необходимой высоте.

Главное движение передается шпинделю от электродвигателя мощностью 4,5 кВт с частотой вращения 1440 об/мин через коробку скоростей по следующей кинематической схеме. Движение с вала I на вал II передается через зубчатые колеса 28 и 40, находящиеся в постоянном зацеплении (28/40). С вала II вращение передается на вал III при переключении тройного блока 25—30—35 с передаточными отношениями 25/35, 30/30,

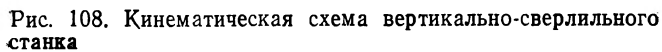


Рис. 108. Кинематическая схема вертикально-сверлильного станка

35/25. Движение с вала *III* на вал *IV* передается при переключении блока 35—42 и зацеплений зубчатых колес: 35 с 35 или 15 с 42 (35/35 или 15/42). Вал *IV* получает ($3 \cdot 2 = 6$) шесть различных частот вращения. Далее вращение передается с вала *IV* на шпиндельный вал *VI* при переключении блока 15—50, установленного на валу *V*, и зацеплении его с зубчатыми колесами вала *IV* и шпиндельного вала *VI* с передаточными отношениями 25/50·15/60, 25/50·50/25. Шпиндельный вал получает ($3 \cdot 2 \cdot 2$) двенадцать различных частот вращения — от 32 до 1410 об/мин.

Частоту вращения шпинделя для каждой ступени можно определить с помощью структурной формулы

$$1440 \cdot \frac{28}{40} \cdot \left| \begin{array}{c|c|c|c} \frac{25}{35} & \frac{35}{35} & \frac{25}{50} & \frac{15}{60} \\ \hline \frac{30}{30} & \frac{15}{42} & \frac{25}{50} & \frac{50}{25} \\ \hline \frac{35}{25} & & & \end{array} \right| = n_{\text{шп.}}$$

Движение подачи осуществляется от гильзы (в которой скользит шпиндель) через зубчатые передачи, находящиеся в постоянном зацеплении (30/53·17/48), на вал *IX* коробки подачи. С вала *IX* при помощи тройного блока 46-31-20 на вал *X* передаются три различные частоты вращения (46/16, 31/31, 20/42). Вал *XI* при переключении блока 26-31-36 (36/26, 31/31 и 26/36) получает с вала *X* ($3 \cdot 3$) девять различных частот вращения. Валы *XI* и *XII* соединяются между собой электромагнитной муфтой *M* при осуществлении механической подачи. От вала *XII* вращение передается реечному колесу 13, находящемуся в зацеплении с рейкой гильзы шпинделя, через червячную пару 1—60 (1/60), и осуществляется вертикальная подача шпинделя.

Для ускоренной подачи шпинделя движение на вал *XII* передается от электродвигателя быстрых холостых ходов ($N=0,4$ кВт, $n=2000$ об/мин) через зубчатые колеса 31/31 и коническую пару 23—44. В этом случае вал *XII* отключается от вала *XI* муфтой *M*.

Ручное перемещение шпинделя (ручная подача) осуществляется вращением штурвала, сидящего на валу *XVII*. Глубину сверления контролируют с помощью лим-

ба, движение на который передается через зубчатые колеса 20—47.

Подъем и опускание стола производят вручную поворотом рукоятки на валу XV через коническую пару 20—60 и винт с гайкой.

Перед началом работы выбирают приспособление для закрепления заготовки и вспомогательный инструмент для установки и закрепления режущего инструмента. Затем устанавливают при помощи рукояток соответствующие частоту вращения шпинделя и подачу.

§ 5. РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ НА СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКАХ

На сверлильных станках выполняют сверление, рассверливание, зенкерование, зенкование, цекование, развертывание, нарезание резьбы и обработку сложных отверстий в заготовках массой до 25 кг.

Сверление (рис. 109, а) чаще всего производят спиральными сверлами, которые закрепляют во вспомогательных инструментах (патронах, переходных втулках и др.) и устанавливают в шпинделе станка. Главное движение и подачу при сверлении осуществляет сверло. Заготовку устанавливают и закрепляют неподвижно на столе станка в соответствующем приспособлении. В зависимости от точности обработки сверление можно выполнять по разметке или с помощью специального приспособления (кондуктора), использование которого сокращает время на установку заготовки и устраняет разметку.

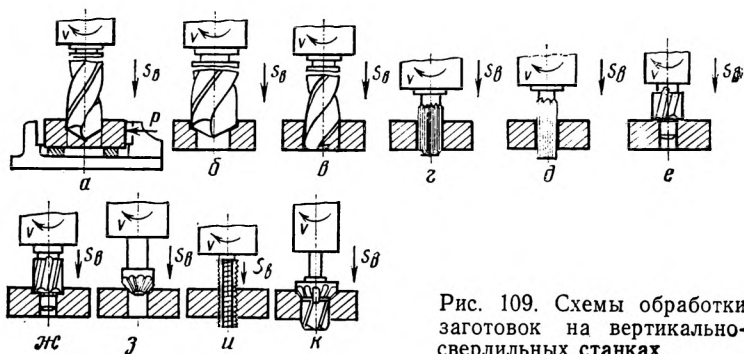


Рис. 109. Схемы обработки заготовок на вертикально-сверлильных станках

Перед сверлением необходимо проверить установку сверла и надежность крепления детали. Если не соблюдать этих правил, то отверстие может получиться неправильной формы и неверно расположенным.

Чтобы избежать поломки сверла и повреждения отверстия при сверлении сквозных отверстий, необходимо уменьшать подачу в момент выхода инструмента. При сверлении глубоких отверстий для удаления стружки из канавок сверла его следует периодически выводить из отверстия, не останавливая станок.

Рассверливанием получают отверстия диаметром свыше 30 мм. Сначала сверлят отверстие диаметром до 15 мм, затем рассверливают его до требуемого размера другим сверлом (рис. 109, б).

Отверстие после сверления и рассверливания получается 11...12-го качества и с шероховатостью обработанной поверхности 3...4-го класса.

На сверлильных станках отверстия можно растачивать резцами, которые закрепляют в специальной оправке, а затем устанавливают ее в шпиндель станка.

Зенкерование (рис. 109, в) в основном является промежуточной операцией между сверлением и развертыванием. Припуск под зенкерование зависит от диаметра зенкера и изменяется в пределах 0,5...3 мм. Для зенкоров, оснащенных режущими элементами из твердых сплавов, припуск берется 0,5...1,5 мм. Для обработки отверстий в заготовках с предварительно отлитым или прошитым отверстием следует применять зенкерование, а не рассверливание, так как наличие 3...4 зубьев у зенкера делает его более точным и производительным инструментом.

Зенкерованием обрабатывают отверстия до 10...11-го качества и 4...5-го класса шероховатости поверхности.

Развертывание (рис. 109, г и д) — процесс окончательной обработки отверстия после растачивания или зенкерования. Его разделяют на черновое (припуск 0,15...0,5 мм) и чистовое (припуск 0,05...0,2). Отверстия получают 7...9-го качества и с шероховатостью обработанной поверхности 7...9-го класса. Для повышения точности размера отверстия припуск снимается последовательно двумя или тремя развертками.

Зенкованием получают в отверстиях цилиндрические (рис. 109, ж) и конические (рис. 109, з и к) углубления под головки болтов, винтов, заклепок и других деталей.

Режущими инструментами при зенковании служат зенкеры, называемые также зенковками.

Цекование (рис. 109, *е*) — обработка торцевой поверхности отверстия торцевым зенкером (цековкой) для достижения перпендикулярности плоской торцевой поверхности отверстия к его оси.

Зенковки и цековки изготовляют с направляющими цапфами, закрепленными в торце инструмента. Направляющая цапфа при зенковании обеспечивает получение соосности обрабатываемого и ранее полученного отверстия, а при цековании — перпендикулярность торцевой поверхности к оси отверстия.

Нарезание резьбы (рис. 109, *и*) в отверстиях на сверлильных станках выполняют машинными и гаечными метчиками. Конструкция этих инструментов подобна конструкции ручных метчиков (незначительно отличаются некоторые элементы заточки), но у машинных метчиков изменен хвостовик. На нем есть кольцевая выточка для установки инструмента в быстросменном патроне. У гаечных метчиков хвостовик удлинен. При нарезании резьбы гайки навинчиваются на метчик одна за другой и выходят на хвостовик, после чего метчик вынимают и готовые гайки сбрасывают.

Машинные метчики для нарезания резьбы в стальных деталях изготовляют двухкомплектными; в чугунных деталях резьбу нарезают одним метчиком.

После получения резьбы для вывинчивания метчика нужно включить обратное вращение шпинделя. Для этой же цели применяют реверсивный патрон. При нарезании резьбы в сквозных отверстиях метчик проходит сквозь него и падает, а затем снова вставляется в патрон.

Обработка сложных поверхностей отверстий выполняется комбинированными режущими инструментами, позволяющими повысить производительность, улучшить качество обработки и устранить опасность несовпадения осей инструмента и отверстия. На рисунке 109, *к* показана обработка цилиндрической и конической поверхностей комбинированным зенкером.

§ 6. СТАНКИ СВЕРЛИЛЬНОЙ И РАСТОЧНОЙ ГРУПП

Радиально-сверлильные станки предназначены для обработки отверстий в тяжелых и громоздких заготовках (блоки, корпуса и т. п.), установка и пере-