

Т.А.БАГДАСАРОВА

ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО ПРОФЕССИИ «ТОКАРЬ»

ПОСОБИЕ ПО УЧЕБНОЙ ПРАКТИКЕ

Рекомендовано

*Федеральным государственным автономным учреждением
«Федеральный институт развития образования»
в качестве учебного пособия для использования
в учебном процессе образовательных учреждений,
реализующих программы НПО*

*Регистрационный номер рецензии 284
от 08 июля 2013 г. ФГАУ «ФИРО»*

2-е издание, стереотипное



Москва
Издательский центр «Академия»
2016

УДК 621.941(075.32)
ББК 34.632я722
Б142

Рецензент —

мастер производственного обучения высшей квалификационной категории
ГАОУ СПО «Политехнический колледж № 8 имени дважды Героя Советского
Союза И. Ф. Павлова» г. Москвы *В. Н. Поликарпов*

Багдасарова Т. А.

Б142 Выполнение работ по профессии «Токарь» : Пособие по учебной практике : учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / Т. А. Багдасарова. — 2-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2016. — 176 с. ISBN 978-5-4468-2939-2

Описаны виды токарных работ и режущий инструмент, используемый при их выполнении. Рассмотрены особенности контроля обработанных поверхностей, основные дефекты деталей, возникающие при обработке. Изложены рекомендации по наладке токарных станков.

Учебное пособие может быть использовано при освоении профессионального модуля ПМ.02 «Обработка деталей на металлорежущих станках различного вида и типа (сверлильных, токарных, фрезерных, копировальных, шпоночных и шлифовальных)» по профессии «Станочник».

Для студентов учреждений среднего профессионального образования. Может быть использовано при других формах обучения.

УДК 621.941(075.32)
ББК 34.632я722

*Оригинал-макет данного издания является собственностью
Издательского центра «Академия», и его воспроизведение любым способом
без согласия правообладателя запрещается*

ISBN 978-5-4468-2939-2

© Багдасарова Т. А., 2013
© Образовательно-издательский центр «Академия», 2013
© Оформление. Издательский центр «Академия», 2013

Уважаемый читатель!

Данное учебное пособие является частью учебно-методического комплекта по профессии «Станочник (металлообработка)».

Учебно-методические комплекты нового поколения включают в себя традиционные и инновационные учебные материалы, позволяющие обеспечить изучение общеобразовательных и общепрофессиональных дисциплин и профессиональных модулей. Каждый комплект содержит учебники и учебные пособия, средства обучения и контроля, необходимые для освоения общих и профессиональных компетенций, в том числе и с учетом требований работодателя.

Учебные издания дополняются электронными образовательными ресурсами. Электронные ресурсы содержат теоретические и практические модули с интерактивными упражнениями и тренажерами, мультимедийные объекты, ссылки на дополнительные материалы и ресурсы в Интернете. В них включены терминологический словарь и электронный журнал, в котором фиксируются основные параметры учебного процесса: время работы, результат выполнения контрольных и практических заданий. Электронные ресурсы легко встраиваются в учебный процесс и могут быть адаптированы к различным учебным программам.

Предисловие

Токарь — одна из самых распространенных профессий металлообработки. На токарных станках изготавливают детали типа тел вращения, которые используются во многих механизмах и без которых невозможно создать автомобиль, станок, трактор и другие технически сложные устройства. Токарная обработка производилась с древнейших времен. В настоящее время станочный парк оснащен различными типами токарного оборудования.

Обучение основным видам токарной обработки во время производственной практики первоначально производится на универсальных токарно-винторезных станках. Данное учебное пособие предназначено для изучения конструкции токарно-винторезного станка, путей передачи движения к исполнительным органам станка, технологической оснастки, инструмента, технологии выполнения различных видов токарных работ.

Токарь должен уметь работать на токарных станках, правильно использовать технологическую оснастку, инструменты, уметь производить расчет режимов резания и устанавливать их на станке с целью выполнения требуемого задания, уметь выполнять все виды токарной обработки в соответствии с чертежами, знать технологию обработки цилиндрических, торцовых, конических и фасонных поверхностей, отверстий, способы нарезания резьбы и выполнения отделки уже обработанных поверхностей с целью повышения качества изделий.

Токарю необходимо обладать глубокими знаниями и умениями, чтобы творчески решать различные задачи, например такие, как определение неисправности станка по виду обработанной детали, использование способов ликвидации этих неисправностей, выбор инструмента, позволяющего повысить скорость резания. Повысить производительность труда можно и применением специальных инструментов, таких как многокромочные резцы. Использование таких резцов позволяет сократить число рабочих ходов.

Качественные теоретические и практические знания позволяют повысить уровень профессионального мастерства токаря.

ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК НА СТАНКАХ ТОКАРНОЙ ГРУППЫ

1.1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

Токарная обработка — один из способов изготовления изделий, которое осуществляется путем срезания с заготовки лишнего слоя металла до получения детали требуемой формы, размеров и шероховатости поверхности. Она осуществляется на металлорежущих станках, называемых токарными.

На токарных станках обрабатываются детали типа тел вращения: валы, зубчатые колеса, шкивы, втулки, кольца, муфты, гайки и т. д.

Основными видами работ, выполняемыми на токарных станках, являются:

- обработка цилиндрических, конических, фасонных, торцевых поверхностей, уступов;
- вытачивание канавок;
- отрезка частей заготовки;
- обработка отверстий сверлением, растачиванием, зенкерованием, развертыванием;
- нарезание резьбы;
- накатывание (рис. 1.1).

Инструменты, применяемые для выполнения этих процессов, называются **режущими**. При работе на токарных станках используются различные режущие инструменты: резцы, сверла, зенкеры, развертки, метчики, плашки, резьбонарезные головки и др.

Процесс резания подобен процессу расклинивания, а рабочая часть режущих инструментов — **клин**. Рассмотрим элементы лезвия токарного резца, используя рис. 1.2.

При действии усилия на резец его режущая кромка врежется в заготовку, а передняя поверхность, непрерывно сжимая лежащий впереди слой металла и преодолевая силы сцепления его частиц,

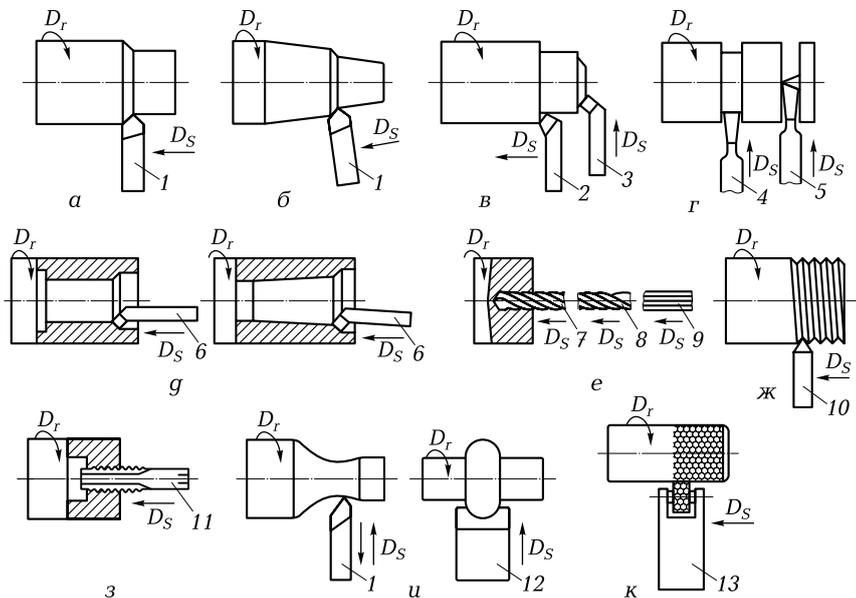


Рис. 1.1. Основные виды токарных работ:

а — обработка наружных цилиндрических поверхностей; *б* — обработка наружных конических поверхностей; *в* — обработка торцов и уступов; *г* — вытачивание канавок, отрезка заготовки; *г* — обработка внутренних цилиндрических и конических поверхностей; *е* — сверление, зенкерование и развертывание отверстий; *ж* — нарезание наружной резьбы; *з* — нарезание внутренней резьбы; *и* — обработка фасонных поверхностей; *к* — накатывание рифлений; *1* — проходной прямой резец; *2* — проходной упорный резец; *3* — проходной отогнутый резец; *4* — канавочный резец; *5* — отрезной резец; *6* — расточный резец; *7* — сверло; *8* — зенкер; *9* — развертка; *10* — резьбовой резец; *11* — метчик; *12* — фасонный резец; *13* — накатник; D_s — направления перемещения инструмента; D_r — направление вращения заготовки

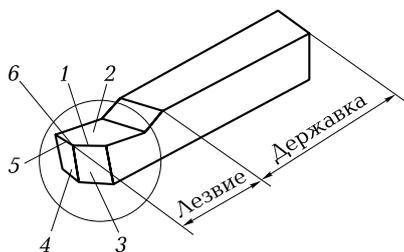
отделяет их от основной массы в виде стружки. Слой металла, срезаемый при обработке, называется **припуском**.

Все способы обработки металлов, основанные на удалении припуска и превращения его в стружку, определяются понятием «резание металла». Для успешной работы необходимо, чтобы процесс резания протекал непрерывно и быстро.

Форма обрабатываемой детали обеспечивается, с одной стороны, относительным движением заготовки и инструмента, с другой стороны, геометрией инструмента. Процесс резания возможен при наличии основных движений: **главного движения** — вращения заготовки и поступательного движения резца, называемого

Рис. 1.2. Элементы лезвия токарного резца:

1 — главная режущая кромка; 2 — передняя поверхность; 3 — главная задняя поверхность; 4 — вспомогательная задняя поверхность; 5 — вспомогательная режущая кромка; 6 — вершина



погачей, которое может совершаться вдоль или поперек изделия, а также под постоянным или изменяющимся углом к оси вращения изделия.

На обрабатываемой заготовке выделяют следующие поверхности: обрабатываемую, обработанную, поверхность резания.

Токарные резцы применяются для обработки различных поверхностей деталей: цилиндрических, конических, фасонных, торцовых и т. д.

Резцы классифицируются в зависимости от различных параметров.

По назначению различают резцы:

- **проходные** (прямые, отогнутые упорные);
- **погрезные** (торцовые);
- **прорезные** (канавочные);
- **отрезные**;
- **фасонные**;
- **резьбовые**;
- **расточные**.

В зависимости от вида обработки на **черновые**, служащие для предварительной обработки, и **чистовые**, служащие для окончательной (чистовой) обработки.

По конструкции резцы могут быть **цельные**, выполненные из одного материала, и **составные** — державка из конструкционной стали, а рабочая часть из специального инструментального материала. Рабочая часть составного резца прикрепляется к державке сваркой, припаиванием или механическим прижимом.

По форме головки различают резцы **прямые, отогнутые и оттянутые**.

В зависимости от расположения режущей кромки на **правые** и **левые**.

Правый резец работает при подаче справа налево (от задней бабки к передней), а левые слева направо.

Для определения вида резца накладывают ладонь правой руки на переднюю поверхность, если направление большого пальца и главной режущей кромки совпадают, то резец правый; если нет, то левый.

Токарный резец состоит из режущей части — **лезвия резца**, которая осуществляет процесс резания, и **державки**, которая используется для закрепления резца в резцедержателе. Лезвие резца (см. рис. 1.2) имеет следующие элементы: **переднюю поверхность**, по которой сходит стружка; **задние поверхности** (главную и вспомогательную), обращенные к обрабатываемой заготовке; **режущие кромки**: главную, образованную пересечением передней и главной задней поверхностей, и вспомогательную, образованную пересечением передней и задней вспомогательной поверхностей; **вершину резца** — место сопряжения главной и вспомогательной режущих кромок.

Поверхности резца затачиваются под определенными углами.

Для определения углов резца вводятся понятия «плоскость резания» и «основная плоскость».

Плоскость резания называют плоскость, касательную к поверхности резания и проходящую через главную режущую кромку резца.

Основной плоскостью называют плоскость, расположенную параллельно направлению продольной и поперечной подачи; она совпадает с нижней опорной поверхностью резца (рис. 1.3).

Углы резца разделяют на главные и вспомогательные. Главные углы резца измеряют в главной секущей плоскости, т. е. плоскости, перпендикулярной проекции главной режущей кромки на основную плоскость.

Главным задним углом α называется угол между главной задней поверхностью резца и плоскостью резания.

Углом заострения β называется угол между передней и главной задней поверхностями резца.

Передним углом γ называется угол между передней поверхностью резца и плоскостью, перпендикулярной плоскости резания и проходящей через главную режущую кромку резца. Сумма углов равна

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

Углом резания δ называется угол между передней поверхностью резца и плоскостью резания.

Главным углом в плане φ называется угол между проекцией главной режущей кромки на основную плоскость и направлением подачи.

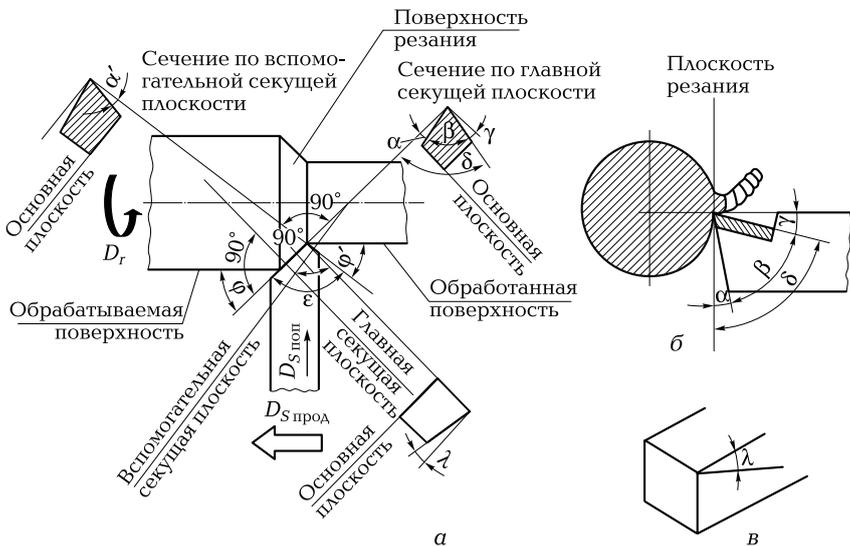


Рис. 1.3. Основные поверхности заготовки, движения, осуществляющие процесс резания, углы резца:

а — углы лезвия резца; *б* — углы в главной секущей плоскости; *в* — угол наклона главной режущей кромки; γ — передний угол; α — задний угол; β — угол заострения; δ — угол резания; φ — главный угол в плане; φ' — вспомогательный угол в плане; ϵ — угол при вершине резца; λ — угол наклона главной режущей кромки; α' — вспомогательный задний угол; D_r — главное движение; $D_{S\text{ поод}}$ — движение поперечной подачи; $D_{S\text{ прод}}$ — движение продольной подачи

Вспомогательным углом в плане φ' называется угол между проекцией вспомогательной режущей кромки на основную плоскость и направлением подачи.

Угол при вершине в плане ϵ называется угол между проекциями главной и вспомогательной режущих кромок на основную плоскость.

Вспомогательным задним углом α' называется угол между вспомогательной задней поверхностью и плоскостью, проходящей через вспомогательную режущую кромку перпендикулярно основной плоскости.

Угол наклона главной режущей кромки λ называется угол между главной режущей кромкой и плоскостью, проходящей через вершину резца параллельно основной плоскости.

Рассмотренные углы резца обеспечивают режущую способность инструмента и позволяют проводить обработку заготовки в соответствии с требованиями, указанными на чертеже.

1.2. ЗАТОЧКА РЕЗЦОВ

Токарь должен уметь придавать резцу требуемую геометрию с целью качественного выполнения необходимой обработки.

Заточка резцов является основным способом получения требуемой геометрии инструмента, т. е. углов, под которыми располагаются поверхности резца. Она необходима и при изготовлении инструментов, и при их износе, который происходит в результате трения стружки о переднюю поверхность и задней поверхности о заготовку. Изношенным инструментом работать нельзя, так как резко снижается качество и точность обработки, поэтому необходимо систематически перетачивать резцы.

На крупных предприятиях резцы перетачивают централизованно в специальных инструментальных цехах, рабочий сдает изношенный резец в инструментальную кладовую, а взамен получает заточенный. В ремонтных цехах, различных мастерских, механических цехах единичного производства токаря приходится затачивать инструмент самостоятельно на точильно-шлифовальных станках.

На станине этого станка располагается шпиндельная головка со встроенным двухскоростным электродвигателем. На обоих выходных концах вала ротора крепятся шлифовальные круги. Один из них изготовлен из электрокорунда и используется для заточки резцов из быстрорежущей стали, другой — из зеленого карбида кремния и используется для заточки твердосплавных резцов.

При заточке резец укладывают основанием на подручник. Сегментом и поворотным столиком регулируют положение резца по отношению к центру шлифовального круга и производят установку под требуемым углом к рабочей поверхности круга. Вершина резца должна находиться на уровне центра круга или несколько выше его (но не более чем на 10 мм). При заточке резец слегка прижимают затачиваемой поверхностью к вращающемуся кругу, а чтобы износ круга происходил равномерно и затачиваемая поверхность получилась плоской, резец непрерывно передвигают вдоль рабочей поверхности круга. Сначала затачивают главную и вспомогательную задние поверхности, затем переднюю поверхность. На пересечении главной и вспомогательной режущих кромок делают фаску или скругление.

После заточки осуществляют доводку (притирку) задних и передних поверхностей на узких участках вдоль режущей кромки, что обеспечивает спрямление кромки и повышение стойкости

резца. Доводку резца выполняют на *эльборовых* (для быстрорежущей стали) или *алмазных* (для твердого сплава) доводочных кругах.

Углы заточки резца контролируют специальными шаблонами или угломерами.

При работе на заточном станке необходимо соблюдать следующие **правила безопасности труда**:

- перед тем как приступить к заточке, убедиться в полной исправности всех механизмов станка, в наличии исправного ограждения круга и правильности направления его вращения (круг должен вращаться на резец);
- проверить правильность установки подручника — зазор между рабочей поверхностью круга и подручником не должен превышать 3 мм. Перестановка подручника допускается только после полной остановки круга;
- запрещается работа без подручника и ограждения круга;
- перед заточкой закрыть зону заточки защитным прозрачным экраном или надеть защитные очки.

Для уменьшения величины износа резца при эксплуатации и сокращения числа переточек токарь должен соблюдать следующие **правила пользования резцами**:

- перед выключением подачи отводить резец от заготовки. Это предохраняет режущую кромку от выкрашивания;
- не допускать значительного затупления резца по задней поверхности, перетачивать резец до наступления разрушения режущей кромки, т.е. при ширине изношенной площадки на главной задней поверхности 1 ... 1,5 мм;
- периодически доводить режущую кромку резца мелкозернистым абразивным или алмазным бруском непосредственно в резцедержателе, что увеличивает срок службы резца;
- не складывать резцы в инструментальном шкафчике «навалом»;
- следить, чтобы кромки резцов не касались стенок инструментального шкафчика, не ударялись о твердые предметы.

При срезании припуска образуется элемент, называемый *стружкой*. Различают следующие виды стружки:

- **элементная стружка** (стружка скалывания) образуется при обработке твердых и маловязких материалов с низкой скоростью резания (например, при обработке твердых сталей). Отдельные элементы такой стружки слабо связаны между собой или совсем не связаны;
- **ступенчатая стружка** образуется при обработке стали средней твердости, алюминия и его сплавов со средней скоростью

резания. Она представляет собой ленту, гладкую со стороны резца и зазубренную с внутренней стороны;

- **сливная стружка** образуется при обработке мягкой стали, меди, свинца, олова и некоторых пластмасс при высокой скорости резания. Эта стружка имеет вид спирали или длинной (часто путанной) ленты;
- **стружка наглома** образуется при резании малопластичных материалов (чугуна, бронзы) и состоит из отдельных кусочков.

1.3. РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ

Для того чтобы производить обработку заготовки на станке, необходимо уметь рассчитывать и устанавливать определенные режимы резания. К ним относятся глубина резания, подача, скорость резания и частота вращения шпинделя.

Глубина резания t , мм, — толщина слоя металла, срезаемого за один рабочий ход резца. Глубина резания измеряется в направлении, перпендикулярном обработанной поверхности. При наружном продольном точении глубина резания определяется как полуразность диаметров обрабатываемой и обработанной поверхностей.

При растачивании глубина резания представляет собой полуразность между диаметром отверстия после обработки и диаметром отверстия до обработки. При подрезании глубиной резания является размер срезаемого слоя, измеряемый перпендикулярно обработанному торцу, а при прорезании (вытачивании канавок) и отрезании глубина резания равна ширине канавки, образуемой резцом. Глубина резания при различных видах обработки показана на рис. 1.4.

Подача S , мм/об, — путь перемещения режущей кромки инструмента в направлении движения подачи за один оборот заготовки.

Скорость резания — это длина пути, пройденного режущей кромкой инструмента относительно обрабатываемой поверхности заготовки в единицу времени. Скорость резания обозначается буквой v . Скорость резания, м/мин, можно определить по формуле

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

где $\pi = 3,14$; D — диаметр заготовки; n — частота вращения шпинделя.

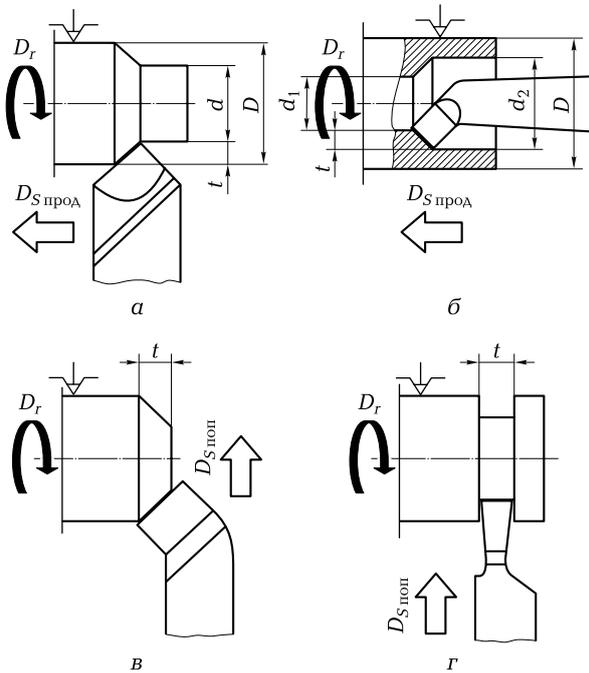


Рис. 1.4. Глубина резания при различных видах обработки:

a — наружное точение (обтачивание); *б* — растачивание; *в* — подрезание торца; *г* — вытачивание канавок; D_r — главное движение; $D_{S\text{поп}}$ — движение поперечной подачи; $D_{S\text{прод}}$ — движение продольной подачи; D — диаметр заготовки; d — диаметр готовой детали, d_1 — диаметр имеющегося отверстия; d_2 — диаметр обработанного отверстия; t — глубина резания

На станке с помощью рукояток управления можно установить не скорость резания, а частоту вращения шпинделя, мин^{-1} , которую определяют по формуле, если известна скорость резания:

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

где $\pi = 3,14$; v — скорость резания; D — диаметр заготовки.

Скорость резания в этом случае рекомендуется выбирать по справочнику в зависимости от глубины резания, подачи, материала заготовки, материала резца и вида обработки.

После выполнения расчета на станке устанавливается ближайшее наименьшее значение частоты вращения шпинделя, имеющееся на станке.

Рабочим местом токаря называется участок производственной площади цеха, оснащенный одним или несколькими токарными станками с набором принадлежностей; комплектом технологической оснастки, состоящим из приспособлений, режущего, измерительного и вспомогательного инструментов; комплектом технической документации, постоянно находящейся на рабочем месте (инструкции, справочники, вспомогательные таблицы и т.д.); комплектом предметов ухода за станком и другими элементами рабочего места (масленки, щетки, крючки, совки, обтирочные материалы и т.д.); инструментальными шкафами, подставками, планшетами, стеллажами и т.п.; передвижной и переносной тарой для заготовок и изготовленных деталей; подножными решетками, табуретками или стульями. Комплект технологической оснастки и комплект предметов ухода постоянного пользования устанавливаются в зависимости от характера выполняемых работ, типа станка и производства. Наибольшим количеством такой оснастки располагают токари, работающие в условиях единичного и мелкосерийного производства, и значительно меньшим — токари, работающие в условиях серийного и крупносерийного производства. Количество такой оснастки определяет размеры, внутреннее устройство и число шкафов, тумбочек и стеллажей.

Планировка рабочего места, как и его оснащение, зависит от многих факторов, в том числе от типа станка и его размеров, размеров и формы заготовок, типа и организации производства и др.

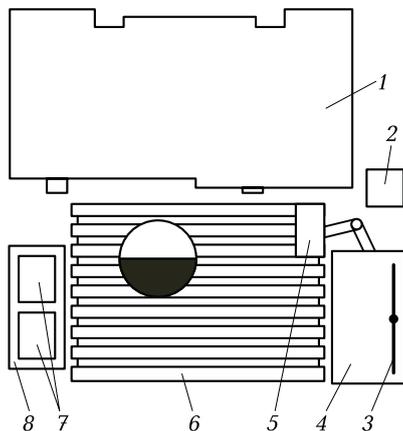
При обработке заготовок с установкой в центрах левой рукой планировка рабочего места соответствует схеме, изображенной на рис. 1.5.

Инструментальный шкаф в этом случае располагается с правой стороны от рабочего, а стеллаж для деталей — слева, если токарь устанавливает заготовку и снимает обработанные детали правой рукой, то инструментальный шкаф располагается с левой стороны от рабочего, а стеллаж — с правой.

Перед станком на полу укладывают деревянную решетку. Высоту расположения решеток выбирают в зависимости от роста рабочего.

Рассмотрим конструкцию инструментального шкафа с вращающимися секторными ящиками, располагающегося на рабочем месте и рекомендации по его заполнению. В верхнем ящике хра-

Рис. 1.5. Схема размещения оборудования на рабочем месте токаря:
 1 — станок; 2 — урна для мусора; 3 — планшет для чертежей; 4 — инструментальный шкаф; 5 — лоток для инструмента; 6 — решетка; 7 — тара; 8 — стеллаж



няют чертежи, технологические карты, рабочие наряды, справочники, измерительные инструменты. В среднем ящике укладывают резцы, сгруппированные по типам и размерам. Ниже последовательно располагают режущие инструменты, переходные втулки, центры, хомутики, подкладки. В самом нижнем отделении укладывают патроны, а также кулачки к ним. Не следует загромождать шкаф излишним запасом инструмента: все необходимое для работы лучше получать в начале смены из кладовой. Перед началом работы располагают все предметы, которые берут правой рукой, — справа от рабочего; а предметы, которые берут левой рукой, — слева; предметы, которыми пользуются чаще (например, ключ патрона), кладут ближе к рабочему, чем предметы, которыми пользуются реже (например, ключ резцедержателя).

Часто применяемые ключи и подкладки укладывают на лоток, который помещают на передней бабке, станине или на специальной стойке.

Для достижения высокой производительности при наиболее полном использовании технических возможностей оборудования и нормальной физиологической нагрузке работающего организация рабочего места должна отвечать требованиям научной организации труда (НОТ).

Научная организация труда предусматривает рациональную планировку рабочего места; оснащение его необходимым комплектом инвентаря, приспособлений, режущего и измерительного инструмента; своевременную подачу необходимого количества заготовок на рабочее место и вывоз готовых деталей или перемещение их на соседнее рабочее место; своевременный контроль дета-

лей контролером отдела технического контроля (ОТК); четкую организацию получения и сдачи инструментов, их своевременную заточку; своевременное обеспечение технической документацией (чертежами, операционными картами, рабочими нарядами); работу на рациональных режимах резания. Токарь обязан обслуживать свое рабочее место: ежедневно убирать станок и околостаночное пространство, производить очистку смазочно-охлаждающей жидкости и т.д. Рабочее место важно всегда содержать в чистоте, так как грязь и беспорядок приводят к потере рабочего времени, выпуску бракованных изделий, несчастным случаям, простоям и преждевременному износу станка.

Пол на рабочем месте должен быть ровным и чистым, не иметь подтеков масла и смазочно-охлаждающей жидкости.

Рабочее помещение оборудуется устройствами для удаления загрязненного и притока чистого воздуха. Температура воздуха в цехе (мастерской) должна находиться в интервале 15... 18 °С.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какой формы изделия обрабатываются на станках токарной группы?
2. Как называется слой металла, срезаемый с заготовки?
3. Какие основные движения необходимы для обработки заготовок цилиндрической формы на токарно-винторезном станке?
4. Какие режущие инструменты используются при обработке на токарных станках?
5. От чего зависит форма детали при обработке детали на токарном станке?
6. Какой угол образуется между передней и задней поверхностями лезвия?
7. На каких станках происходит заточка резцов в мастерских?
8. Перечислите основные правила безопасности при выполнении заточки резца.
9. Какие режимы резания должны быть определены и установлены на станке для обработки заготовок?
10. Что понимается под рабочим местом токаря?
11. Каковы основные требования НОТ к рабочему месту токаря?

УСТРОЙСТВО, ПРИНЦИП РАБОТЫ И КИНЕМАТИКА СТАНКОВ ТОКАРНОЙ ГРУППЫ

2.1. ТИПЫ СТАНКОВ ТОКАРНОЙ ГРУППЫ

В токарную группу входят девять типов станков, различающихся по назначению, компоновке, степени автоматизации и другим признакам.

К станкам токарной группы относятся токарно-винторезные, токарно-револьверные, лоботокарные, токарно-карусельные, токарные автоматы и полуавтоматы, токарные станки с программным управлением обработки заготовок.

Станки отечественного производства имеют цифровое обозначение моделей.

Цифровое обозначение станка позволит правильно выбрать нужные группу, тип, технические параметры, точность станка, необходимые для изготовления требуемого изделия.

Первая цифра в обозначении показывает, к какой группе относится станок: токарной, фрезерной, сверлильной и т. д. Вторая цифра указывает на тип станка в группе. Две последние цифры условно определяют важнейшие технические параметры станка.

Все станки, обозначение которых начинается с единицы, — токарные. В свою очередь токарные станки делятся на 9 типов.

Две последние цифры обозначают: для токарно-винторезных станков — высоту центров над станиной, для револьверных — наибольший диаметр обрабатываемого прутка, для карусельных — наибольший диаметр планшайбы и т. д.

Буква после первой или второй цифры указывает на усовершенствование станка по сравнению с первой моделью.

Буква в конце марки означает, что в модель станка внесены некоторые изменения, например, повышена точность (П), станок с числовым программным управлением (Ф) и т. д.

Пример расшифровки марки токарно-винторезного станка мод. 16К20:

1 — станок относится к токарной группе;

6 — токарно-винторезный;

К — в станок внесены некоторые изменения;

20 — высота центров над станиной 200 мм.

Серийный выпуск токарных станков в СССР был впервые осуществлен на московском заводе «Красный пролетарий».

Все металлорежущие станки классифицируются:

по степени универсальности:

- на *универсальные*, позволяющие выполнять любой вид обработки, характерный для станков группы, например токарно-винторезные станки;
- *специализированные*, предназначенные для обработки деталей схожих по конфигурации и размерам;
- *специальные*, предназначенные для обработки одинаковых деталей или выполнения только одной операции.

по точности:

- нормальной точности (Н);
- повышенной точности (П);
- высокой точности (В);
- особо высокой точности (А);
- особо точные (С).

по массе:

- легкие — до 1 т;
- средние — до 10 т;
- крупные — до 15 т;
- тяжелые — до 100 т;
- особо тяжелые — свыше 100 т.

Подробно рассмотрим токарно-винторезные станки, имеющие наиболее широкое использование в единичном и серийном производстве.

Основной объем токарных работ производится на токарно-винторезных станках, они используются в инструментальном производстве, в приборостроении, в машиностроении и других областях промышленности. На них можно выполнить все виды токарных работ, а также нарезание резьбы.

Постоянно производится усовершенствование этих станков путем повышения точности, совершенствования управления, увеличения диапазонов скоростей и подач.

Все сборочные узлы и механизмы токарно-винторезных станков имеют одинаковое название, назначение и расположение.

Рассмотрим тип токарно-винторезных станков на примере станка мод. 16К20, которая в настоящее время широко используется в промышленности.

Для более наглядного представления о взаимодействии разных механизмов в станках используются кинематические схемы.

Чтобы представить устройство токарного станка, необходимо познакомиться с механизмами, которые позволяют передавать движения, научиться определять их передаточные отношения, а также с основными деталями.

Передаточным отношением называется отношение частоты вращения ведомого вала к частоте вращения ведущего вала

$$u = \frac{n_2}{n_1},$$

где u — передаточное отношение; n_1 — частота вращения ведущего вала; n_2 — частота вращения ведомого вала.

Передаточным числом называется отношение частоты вращения ведущего вала к частоте вращения ведомого вала. В дальнейшем мы будем пользоваться понятием «передаточное отношение».

2.2. ПЕРЕДАЧИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ТОКАРНЫХ СТАНКАХ

Ременные передачи состоят из ведущего и ведомого шкивов и соединяющего их ремня. Они могут быть плоскими и клиноременными (рис. 2.1).

Ременные передачи позволяют соединять валы, расположенные на значительном расстоянии друг от друга. Движение передается за счет сил трения, но иногда имеет место проскальзывание ремней, которое при подсчете передаточного отношения ременной передачи учитывается умножением на коэффициент проскальзывания $K = 0,985$.

Передаточное отношение ременной передачи равно отношению диаметра ведущего шкива к диаметру ведомого шкива:

$$u = \frac{n_2}{n_1} = \frac{D_1}{D_2},$$

где n_1 — частота вращения ведущего вала; n_2 — частота вращения ведомого вала; D_1 — диаметр ведущего шкива; D_2 — диаметр ведомого шкива.

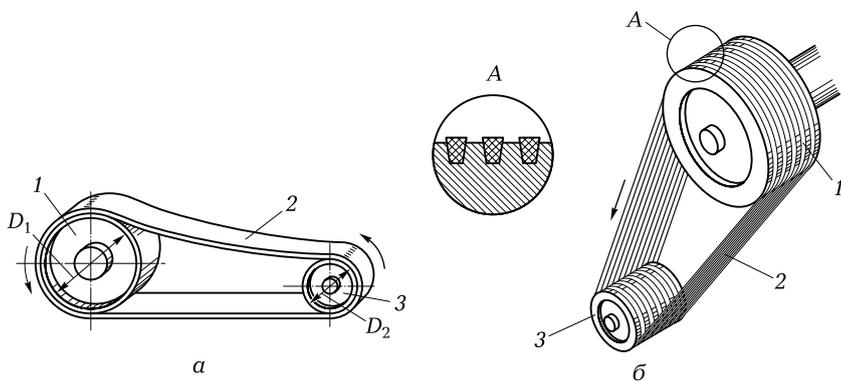


Рис. 2.1. Ременные передачи:

a — плоскоременные; *б* — клиноременные; 1 — ведущий шкив; 2 — ведомый шкив; 3 — ремень; D_1 — диаметр ведущего шкива; D_2 — диаметр ведомого шкива

Зубчатые передачи (рис. 2.2) используются в станках наиболее часто. Они позволяют легко изменять частоту и направление вращения ведомого вала. При вращении ведущего зубчатого колеса его зубья взаимодействуют с зубьями ведомого колеса, в результате чего оно тоже начинает вращаться.

Наиболее распространены передачи с эвольвентным профилем зуба, такой профиль позволяет зубьям при вращении колес обкатываться друг по другу, в результате чего передачи работают плавно.

Зубчатые колеса бывают с прямыми (рис. 2.2, *a*, *б*), косыми (рис. 2.2, *в*) и шевронными (рис. 2.2, *г*) зубьями.

Передачи между параллельными валами осуществляются цилиндрическими зубчатыми колесами, между пересекающимися валами — коническими (рис. 2.2, *г*), между скрещивающимися — цилиндрическими с косыми зубьями или червячной передачей.

Зубчатые колеса характеризуются целым рядом элементов (рис. 2.2, *e*).

Модуль m — это часть диаметра делительной окружности, приходящаяся на один зуб.

Диаметр делительной окружности — $d = mZ$.

Делительная окружность — это условная окружность, образующая которой делит зуб на две неравные части: головку зуба h_a и ножку зуба h_f . По этой окружности происходило бы касание ведущего и ведомого колес при отсутствии зубьев. Выражение элементов зубчатого колеса через модуль и число зубьев:

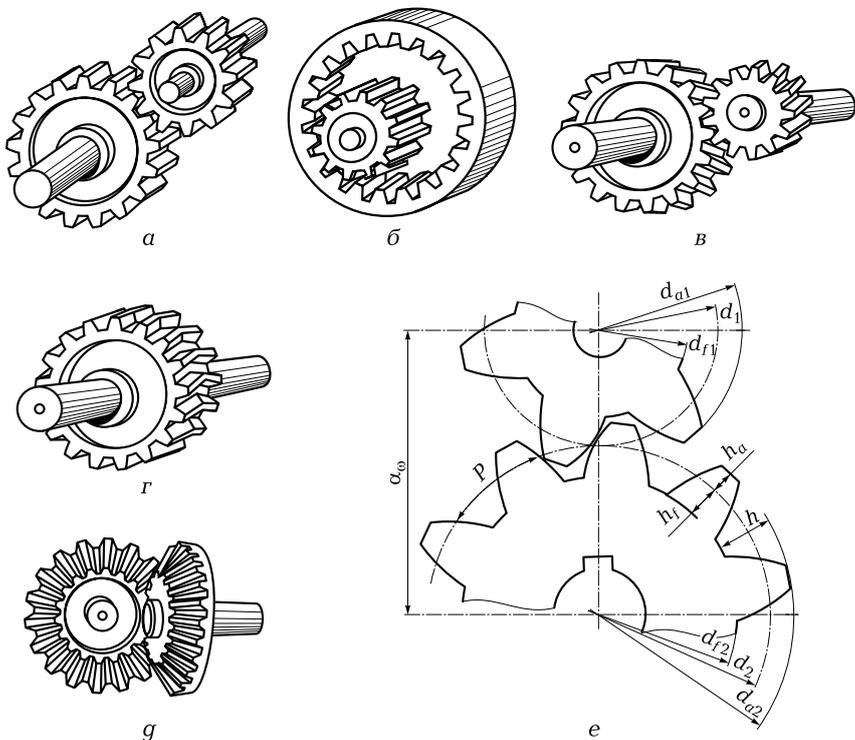


Рис. 2.2. Зубчатые передачи и элементы зубчатого колеса:

a — прямозубая цилиндрическая передача наружного зацепления; *б* — прямозубая цилиндрическая передача внутреннего зацепления; *в* — косозубая цилиндрическая передача; *г* — шевронное зубчатое колесо; *г* — прямозубая коническая передача; *е* — часть зубчатого колеса; d_{a1}, d_{a2} — наружный диаметр; d_1, d_2 — диаметр делительной окружности; d_{f1}, d_{f2} — внутренний диаметр; h_a — высота головки зуба; h_f — высота ножки зуба; h — высота зуба; P — шаг; α_{ω} — межосевое расстояние

- число зубьев — Z ;
- головка зуба $h_a = m$;
- ножка зуба $h_f = 1,2m$;
- высота зуба $h = 2,2m$;
- наружный диаметр $d_a = m(Z + 2)$;
- внутренний диаметр $d_f = m(Z - 2,4)$;
- шаг $P = \pi m$;
- диаметр делительной окружности $d = mZ$;
- модуль зубчатого колеса m .

Шаг — это расстояние между одноименными точками двух соседних зубьев, измеренное по дуге делительной окружности.

Зацепление зубчатых колес в передаче требует соблюдения основного условия — равенства окружных шагов ведущего P_1 и ведомого P_2 зубчатых колес:

$$P_1 = P_2; \frac{\pi d_1}{Z_1} = \frac{\pi d_2}{Z_2}; \frac{d_1}{d_2} = \frac{Z_1}{Z_2}, \text{ так как } \frac{d_1}{d_2} = u, \text{ то } \frac{Z_1}{Z_2} = u,$$

где $\pi = 3,14$; d_1 — диаметр делительной окружности ведущего зубчатого колеса; d_2 — диаметр делительной окружности ведомого зубчатого колеса; Z_1 — число зубьев ведущего зубчатого колеса; Z_2 — число зубьев ведомого зубчатого колеса.

Передаточное отношение зубчатой передачи равно отношению числа зубьев ведущего колеса к числу зубьев ведомого колеса:

$$u = \frac{n_2}{n_1} = \frac{Z_1}{Z_2}.$$

Червячные передачи представляют собой зубчато-винтовые передачи, которые состоят из червячного колеса и червяка — винта с трапецидальной резьбой (рис. 2.3).

Червячная передача имеет ряд преимуществ по сравнению с другими передачами: плавность и бесшумность работы, получение

небольшого передаточного отношения, например, $\frac{1}{90}$, а для одной

пары зубчатых колес она обычно не меньше $\frac{20}{120} = \frac{1}{6}$, вместе с тем

в червячной передаче большие потери мощности на трение, поэтому для изготовления червячного колеса используют дорогие антифрикционные материалы.

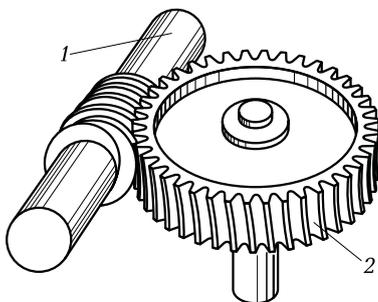


Рис. 2.3. Червячная передача:
1 — червяк; 2 — червячное колесо

Червяк может быть однозаходным и многозаходным. При повороте однозаходного червяка на один оборот, червячное колесо повернется на один зуб, чтобы однозаходный червяк повернул колесо на один полный оборот, необходимо, чтобы он совершил столько оборотов, сколько зубьев имеет червячное колесо.

Передаточное отношение червячной передачи u равно отношению числа заходов червяка к числу зубьев червячного колеса:

$$u = \frac{n_2}{n_1} = \frac{Z_{\text{ч}}}{Z_{\text{к}}},$$

где n_1 — частота вращения ведущего вала; n_2 — частота вращения ведомого вала; $Z_{\text{ч}}$ — число заходов червяка; $Z_{\text{к}}$ — число зубьев червячного колеса.

Передаточное отношение механизма, состоящего из нескольких передач, равно произведению передаточных отношений этих передач:

$$u = u_1 u_2 u_3 \dots u_n,$$

где u — передаточное отношение механизма; $u_1, u_2, u_3, \dots, u_n$ — передаточные отношения передач, входящих в механизм.

Наряду с механизмами, используемыми для передачи вращательного движения, существуют механизмы, преобразующие движение из вращательного в поступательное, и наоборот, так резец вместе с суппортом должен двигаться поступательно вдоль направляющих, пиноль задней бабки должна перемещаться вдоль оси. Для преобразования движения используются зубчато-реечный и винтовой механизмы.

Зубчато-реечные механизмы состоят из зубчатого колеса и зубчатой рейки (рис. 2.4).

При вращательном движении колеса рейка перемещается поступательно. Величина перемещения рейки, мм, определяется формулой

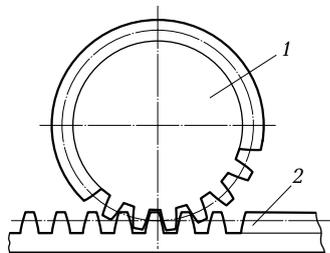


Рис. 2.4. Зубчато-реечный механизм:

1 — зубчатое колесо; 2 — рейка

$$L = \pi m Z n,$$

где m — модуль; Z — число зубьев колеса; n — частота вращения зубчатого колеса, $\pi = 3,14$.

Винтовые передачи состоят из винта и гайки. При одном обороте винта гайка перемещается в продольном направлении на шаг резьбы, если гайка закреплена неподвижно, то винт будет одновременно и вращаться, и перемещаться, если ведущим вращающимся элементом будет гайка, то поступательно будет перемещаться винт.

За один оборот винта линейное перемещение гайки L равно ходу резьбы, т.е. произведению шага на число заходов винта:

$$L = PK,$$

где P — шаг винта; K — число заходов винта.

2.3. ДЕТАЛИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ТОКАРНЫХ СТАНКАХ

Любая машина состоит из отдельных, не поддающихся разборке частей, называемых деталями. Детали, которые входят в состав самых различных машин, выполняя одну и ту же роль, называются деталями общего назначения. Их можно разделить на две основные группы: соединительные детали (болты, винты, шпильки, гайки и т.п.) и детали передач (валы, оси, опоры осей и валов, муфты).

К современным машинам предъявляется много общих требований, главными из которых являются высокая производительность; высокий коэффициент полезного действия; удобство и простота изготовления и обслуживания; надежность; долговечность; безопасность работы; малая масса и габаритные размеры. В соответствии с этим определяются основные требования и к деталям машин:

- прочность — деталь не должна разрушаться или получать остаточные деформации под воздействием внешних сил;
- жесткость — упругие деформации элементов детали должны быть весьма малы и не превышать допустимых, заранее заданных величин;
- износостойкость — в течение заданного срока работы детали износ не должен вызывать нарушения характера сопряжения деталей и приводить к недопустимому нарушению прочности;
- малая масса — деталь должна быть прочной, жесткой и износостойкой при минимальной массе и габаритных размерах;

- технологичность — формы и размеры детали должны быть такими, чтобы были наименьшие затраты труда и времени при ее изготовлении;
- соответствие государственным стандартам — отдельные конструктивные элементы деталей, например, резьба или форма и размеры деталей в целом не могут быть выполнены по оригинальной разработке конструктора, а должны соответствовать единым нормам.

Применяемые в машиностроении соединения деталей можно разделить на две основные группы: разъемные и неразъемные. Разъемные — это такие соединения, которые можно многократно разбирать и вновь собирать без разрушения деталей. Неразъемные могут быть разобраны лишь путем разрушения соединительных элементов деталей. К разъемным соединениям относятся резьбовые, шпоночные, шлицевые, штифтовые.

В конструкциях станков наиболее часто используются разъемные соединения, поэтому рассмотрим детали этих соединений.

Резьбовые соединения выполняются при помощи деталей, имеющих резьбовые поверхности: болтов с гайками, винтов, шпилек с гайками.

В соответствии с ГОСТ 27017—86 **болт** — это цилиндрический стержень с резьбой, имеющий головку. На резьбовую часть стержня болта наворачивается гайка. **Винт** отличается от болта тем, что ввертывается не в гайку, а в резьбовое отверстие одной из соединяемых деталей. **Шпилька** — цилиндрический стержень, имеющий резьбовую поверхность с двух сторон детали. Шпилька ввертывается в резьбовое отверстие одной из соединяемых деталей, а скрепление деталей происходит за счет гайки, которая наворачивается с другой ее стороны. При соединении болтом или шпилькой используется **шайба** — кольцевая пластинка. Ее назначение — предохранение детали от повреждения вращающейся гайкой.

Форма гаек и головок болтов чаще всего шестигранная.

Болтовое соединение применяется для соединения деталей небольшой толщины и при наличии в конструкции места для размещения гайки. В тех случаях, когда одна из деталей имеет значительную толщину, достаточную для нарезания резьбы и отсутствует место для гайки, то применяют **соединение деталей винтом**. Если соединяемые детали имеют значительную толщину, что исключает возможность использования болта, и в то же время частая разборка соединения может вызвать повышенный износ резьбы (например, в деталях, изготовленных из чугуна, алюминии-

евых сплавов), то и винтовое соединение оказывается нерациональным. В этом случае применяется **соединение шпилькой**.

Шпоночное соединение образуется шпонкой, одновременно находящейся в пазах вала и насаженной на него детали. Основное назначение *шпонки* — передача вращающего момента. Шпонки бывают призматические, клиновые, сегментные. Наиболее часто используются призматические шпонки.

Все виды шпонок стандартизованы. Это означает, что их размеры согласованы с диаметром вала, ведь вал и шпонка передают один и тот же вращающий момент. Если необходимо подобрать призматическую шпонку, то по ранее рассчитанному диаметру d вала определяют размеры — высоту и ширину шпонки, длину шпонки обычно принимают равной $1,5d$.

Соединения, в которых шпонки выполнены как единое целое с валом, называют **шлицевыми**. Такие соединения по сравнению со шпоночными имеют большую поверхность контакта, а следовательно, и большую нагрузочную способность. Шлицевые соединения обеспечивают также более высокую точность соединения, так как в шпоночном соединении участвуют три детали, а в шлицевом — две.

Для обеспечения точного расположения одной детали относительно другой используют штифтовые соединения.

В **штифтовом соединении** соединяющей деталью является штифт, который вставляется в сквозные прорези стержня и втулки.

Штифт — это гладкая цилиндрическая или коническая деталь.

Детали передач вращательного движения.

Оси и валы — детали, несущие на себе вращающиеся части машин: зубчатые колеса, шкивы, барабаны, звездочки и т. д. Ось обычно представляет собой сплошное или полое ступенчатое тело цилиндрической формы. Оси бывают вращающиеся и неподвижные.

Наиболее распространенные прямые валы по форме не отличаются от осей, однако они существенно отличаются по характеру работы. Валы не могут быть неподвижными, они обязательно вращаются. Но главное отличие в другом. Оси только несут на себе части машин, а следовательно, подвергаются только изгибу. Валы, кроме того, еще и передают вращающий момент, а значит, подвергаются одновременному действию изгиба и кручения.

Опорами осей и валов являются **подшипники**. В зависимости от характера трения между вращающимися и неподвижными деталями они подразделяются на подшипники скольжения и качения.

Подшипники скольжения представляют собой корпус, в который установлена втулка. Между поверхностями вала и подшипника

возникает сильное трение, вызывающее повышенный нагрев деталей и способствующее быстрому их износу, кроме того, возникают большие потери мощности на преодоление трения скольжения, поэтому в токарных станках они не используются. Наиболее часто в машинах и механизмах используются **подшипники качения**, которые состоят из внутреннего и наружного колец, тел качения и сепаратора. Внутреннее кольцо обычно жестко насаживается на вал, а наружное закрепляется в корпусе. Между вращающимся и неподвижным кольцами расположены тела качения, удерживаемые на постоянном расстоянии друг от друга сепаратором (разделителем). В зависимости от формы тел качения подшипники делятся на шариковые и роликовые, а в зависимости от числа рядов тел качения — на однорядные, двухрядные и многорядные.

По характеру нагрузок, для восприятия которых предназначен подшипник, их разделяют на радиальные, осевые (упорные) и радиально-упорные. Радиальные подшипники предназначены для противодействия внешним силам, которые направлены перпендикулярно продольной оси подшипника (вала), т.е. по линии, совпадающей с одним из радиусов этих деталей. Осевые подшипники удерживают вал от осевых перемещений, т.е. перемещений в направлении продольной оси подшипника, и радиально-упорные подшипники, одновременно противодействующие как радиальным, так и осевым перемещениям валов.

Все подшипники стандартизованы. В зависимости от соотношения радиальных и осевых размеров, их разделяют на серии: легкую, среднюю, тяжелую. При одинаковом внутреннем диаметре подшипники легкой серии имеют меньшую ширину и наружный диаметр, чем подшипники средней серии. Аналогичное соотношение размеров у подшипников средней и тяжелой серии. Подшипники различаются также по нагрузочной способности, т.е. по способности в течение определенного срока выдерживать без разрушения заданную нагрузку при заданной угловой скорости вращения вала.

Для передачи вращения с одного вала на другой, расположенный с ним соосно, используются **муфты**. Если муфты рассчитаны на постоянное соединение валов, то они называются постоянными. Если в процессе работы необходимо многократно соединять и разъединять валы, то применяются сцепные муфты. Наиболее часто в токарных станках для соединения валов используют кулачковые сцепные муфты. Полумуфта жестко соединена с одним из валов, а вторая может перемещаться по шпонке или по шлицам вдоль другого вала, при включении муфты кулачки, имеющиеся на тор-

цевых поверхностях одной полумуфты, входят во впадины другой и передают вращение.

Зубчатые колеса и шкивы, используемые для передачи вращательного движения, рассмотрены ранее.

2.4. ПОНЯТИЕ О КИНЕМАТИЧЕСКИХ СХЕМАХ

Для наглядного представления о взаимодействии различных механизмов в станках используют кинематические схемы. Они выполняются с помощью условных обозначений деталей и механизмов, которые участвуют в передаче движения к исполнительным органам станка. Расположение условных обозначений элементов на кинематических схемах не всегда соответствует действительному, но дает возможность ясно представить путь передачи движения. Кроме того, на кинематических схемах станка указывают диаметры шкивов, число зубьев зубчатых и червячных колес, число заходов червяка, шаг ходового винта, мощность и частоту вращения электродвигателя, порядковую нумерацию валов и других параметров, необходимых для кинематического анализа.

Связь между элементами, от которых движение передается к исполнительному звену, называется кинематической цепью, эта цепь обеспечивает также изменение скоростей и направления движения.

Элементы кинематических цепей изображаются в ЕСКД (Единой системе конструкторской документации) в соответствии с государственными стандартами.

Математическое выражение связи движений ведущего и ведомого звеньев (начального и конечного) кинематической цепи станка называют уравнением кинематического баланса.

В него входят составляющие, характеризующие все элементы цепи от начального до конечного звена. Уравнение кинематического баланса будет рассмотрено при расчете максимальной n_{\max} и минимальной n_{\min} частот вращения шпинделя токарного станка.

2.5. ТИПОВЫЕ МЕХАНИЗМЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В КОНСТРУКЦИЯХ СТАНКОВ

В качестве примера рассмотрим типовые механизмы, используемые в конструкциях токарных станков наиболее часто.

Механизм с передвижным блоком позволяет получать различные частоты вращения ведомого вала при постоянной частоте вращения ведущего вала.

Реверсивный механизм используется для изменения направления движения, например, шпиндель станка, может вращаться в направлении по часовой стрелке или в противоположную сторону, суппорт станка может двигаться в направлении от задней бабки к передней или в обратном направлении.

В реверсивном механизме движение к ведомому валу может передаваться двумя путями: либо через два зубчатых колеса, либо через три, одно из которых расположено на промежуточном валу и входит в зацепление и с ведущим колесом, и с ведомым. Это колесо не используется для изменения частоты вращения ведомого вала, а лишь меняет направление его вращения. Такие колеса называют паразитными.

Типовые реверсивные механизмы могут быть сконструированы различно: с кулачковой муфтой и с передвижным блоком.

2.6. ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЕ СТАНКИ

Основные узлы токарно-винторезного станка мод. 16К20 и их назначение показаны на рис. 2.5.

Основание — узел, используемый для установки станины, одновременно является стружкосборником и резервуаром для охлаждающей жидкости. В левой части основания располагается главный электродвигатель.

Станина — базовый узел станка, на котором монтируются все узлы станка. С помощью станины достигается их определенное взаимное расположение. Станина изготавливается из высокопрочного модифицированного чугуна и имеет коробчатую форму с поперечными ребрами жесткости. По передним призматическим и задним плоским направляющим станины перемещается каретка суппорта, а по передним плоским и задним призматическим перемещается задняя бабка.

Передняя (шпиндельная) бабка представляет собой литой чугунный корпус, внутри которого размещаются валы и зубчатые колеса механизма переключения частот вращения шпинделя.

Коробка скоростей — механизм, находящийся в передней бабке, используется для передачи движения шпинделю и изменения скоростей его вращения. Наиболее важной деталью коробки скоростей является шпиндель.

Шпиндель представляет собой массивный пустотелый вал, изготовленный из легированной стали. На переднем конце шпинделя выполнен посадочный конус, по которому базируются патроны, используемые для закрепления заготовок. Шпиндель имеет расточенное отверстие конус Морзе № 6. В конической расточке устанавливается передний центр или оправка.

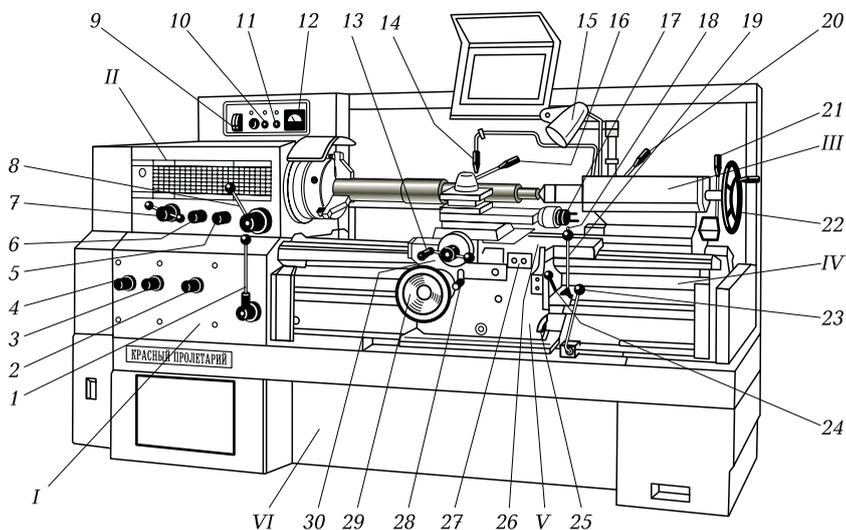


Рис. 2.5. Общий вид токарно-винторезного станка:

Узлы станка: I — коробка подач; II — передняя бабка с коробкой скоростей; III — задняя бабка; IV — станина; V — суппорт; VI — основание. **Рукоятки:** 1, 23 — управления фрикционной муфтой главного привода; 2 — установки величины подачи и шага резьбы и отключения механизма коробки подач; 3 — установки подачи и типа нарезаемой резьбы; 4 — установки величины подачи и шага резьбы; 5 — установки правой и левой резьбы; 6 — установки нормального или увеличенного шага резьбы и положения при делении многозаходных резьб; 7, 8 — установки частоты вращения шпинделя; 14 — ручного перемещения поперечных салазок суппорта; 16 — поворота и зажима резцедержателя; 17 — ручного перемещения верхних салазок суппорта; 19 — управления перемещениями каретки и поперечных салазок суппорта; 20 — зажима пиноли задней бабки; 21 — крепления задней бабки к станине; 24 — включения и выключения разъемной гайки ходового винта; 25 — включения подачи; 28 — включения и выключения реечной шестерни. **Лампы и выключатели:** 9 — вводный автоматический выключатель; 10 — сигнальная лампа; 11 — выключатель электронасоса подачи охлаждающей жидкости; 12 — указатель нагрузки станка; 13 — регулируемое сопло подачи охлаждающей жидкости; 15 — выключатель лампы местного освещения. **Кнопки:** 18 — включения электродвигателя привода ускоренной подачи каретки и поперечных салазок суппорта; 30 — золотника смазки направляющих каретки и поперечных салазок суппорта. **Маховички:** 22 — перемещения пиноли задней бабки; 29 — ручного перемещения каретки; 26 — болт крепления каретки на станине; 27 — кнопочная станция включения и выключения электродвигателя главного привода

Шпиндель установлен на двух опорах качения. Передняя опора представляет собой регулируемый двухрядный роликовый подшипник. Задняя опора представляет собой радиально-упорный подшипник.

Одним из механизмов коробки скоростей является **фрикционная муфта**. С ее помощью изменяется направление вращения шпинделя. При включении муфты влево происходит прямое вращение шпинделя, движение передается к валу II через блок зубчатых колес 56—51 (рис. 2.6).

При включении муфты вправо происходит обратное вращение шпинделя, движение передается к валу II через колесо 50, затем блок 24—36 и колесо 38.

Фрикционная муфта состоит из дисков, часть которых плотно сидит на валу I, а другая часть в ступице блока зубчатых колес 56—51 и колеса 50, при сжатии дисков движение передается за счет сил трения, возникающих при их сцеплении.

При нейтральном положении муфты происходит включение тормоза. Тормозной шкив располагается на валу III.

Рукоятки управления главным движением — вращением шпинделя. Для управления фрикционной муфтой и тормозом служат рукоятки 1, 23, которые заблокированы между собой, т.е. при работе рукояткой 23 рукоятка 1 повторяет движения.

Частоту вращения шпинделя устанавливают рукоятками 7 и 8 (см. рис. 2.5), расположенными на передней стенке коробки скоростей (передней бабки) станка. В табл. 2.1 показаны частоты вращения шпинделя (при прямом вращении) и соответствующие им положения рукояток 7 и 8.

Рукоятка 7 управляет блоками 34—39 и 47—55—38 коробки скоростей и устанавливается в одну из шести позиций, обозначенных цифрами на ступице рукоятки: соответствующую цифру совмещают с вертикальной стрелкой, изображенной над рукояткой.

Рукоятка 8 управляет перебор-блоком 45—60 и блоком 48—60 и устанавливается в одну из четырех позиций, обеспечивающих передаточное отношение 1:32; 1:8; 1:2; 1,25:1, т.е. четыре диапазона частот вращения.

Коробка подгач закреплена на станине ниже передней бабки; внутри коробки находится механизм передачи вращения от гитары к ходовому валу и ходовому винту (см. рис. 2.5). Необходимые подачу и шаг резьбы устанавливают рукояткой 4 (см. рис. 2.5), которая, занимая положения А, В, С и D, управляет переключениями блоков обратимого механизма, а также рукояткой 2 (положения I, II, III, IV), которая управляет переключением блоков множитель-

ного механизма коробки подач. Поддачи и шаги нарезаемых резьб обеспечиваются механизмом коробки подач в сочетании со звеном увеличения шага и гитарой.

Рукоятка *б* служит для переключения с нормального на увеличенный шаг резьбы (включение звена увеличения шага), а также

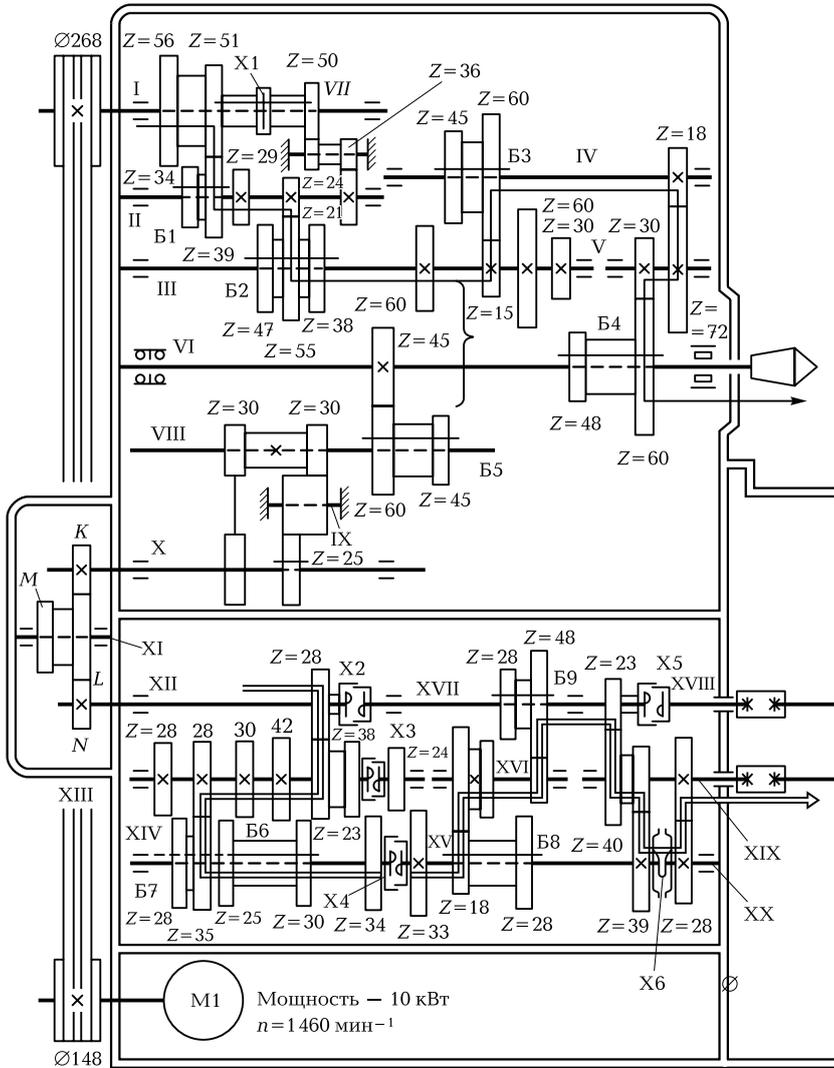


Рис. 2.6. Кинематическая схема токарно-винторезного станка 16K20:

M1 , M2 — двигатели, Z — числа зубьев; I—XX — обозначение валов; B1—B9 —

Таблица 2.1. Частота вращения шпинделя (при прямом вращении) и соответствующее ей положение рукояток управления

Положение рукояток (см. рис. 2.5)		Прямое вращение шпинделя			
8	7	Частота вращения (число оборотов шпинделя в минуту) n , мин^{-1}	Наибольший допустимый вращающий момент на шпинделе, Н·м	Наибольшая допустимая мощность, кВт	
		1	12,5	1 300	2,3
		2	16	1 300	3
		3	20	1 300	3,7
		4	25	1 300	4,7
		5	31,5	1 300	6
		6	40	1 300	7,7
		1	50	1 300	9,3
		2	63	1 090	10
		3	80	855	10
		4	100	670	10
		5	125	530	10
		6	160	405	10
		1	200	380	10
		2	250	300	10
		3	315	240	10
		4	400	180	10
		5	500	146	10
		6	630	114	10
		1	500	145	10
		2	630	116	10
		3	800	90	10
		4	1 000	70	10
		5	1 250	55,5	10
		6	1 600	41,8	10

Рукоятка 3 переключает обратимый механизм коробки подачи на рабочие подачи и нарезание метрической и дюймовой резьбы или на нарезание модульной и питчевой резьбы.

Суппорт состоит из каретки (см. рис. 2.5), которая движется по направляющим станины; фартука; поперечных салазок, которые движутся по направляющим каретки; поворотной плиты; верхних салазок, на которых закреплен резцедержатель.

Для удобства определения величин перемещения поперечных и верхних салазок при работе суппорт снабжен масштабными линейками с ценой деления 1 мм. Конструкция линейки, закрепленной на каретке, предусматривает возможность установки жесткого упора, ограничивающего поперечные перемещения.

Включение и реверсирование продольных и поперечных подач, т.е. воздействие на муфты X_6 , X_7 , X_8 , X_9 (см. рис. 2.6), осуществляются одной рукояткой 19 (см. рис. 2.5), расположенной справа от фартука станка. Положение рукоятки 19 соответствует направлению подачи: влево, вправо, вперед, назад.

Ручную подачу каретки осуществляют маховичком, на вал которого насажен лимб продольной подачи. Одно деление лимба соответствует перемещению каретки на 1 мм. Для ускоренного перемещения каретки по направляющим станины или поперечных салазок по направляющим каретки нажимают на кнопку 18 рукоятки 19 и ставят рукоятку в положение, соответствующее желательному направлению подачи. Тогда ходовой вал получит вращение от электродвигателя ускоренного хода (см. рис. 2.6).

Фартук прикреплен к передней части каретки суппорта, он представляет собой коробку, внутри которой находится механизм для преобразования вращательного движения ходового вала и ходового винта в прямолинейное поступательное движение суппорта. В фартуке расположено также предохранительное устройство — муфта X_{11} . Она служит для предохранения станка от перегрузки и автоматического отключения подачи при достижении кареткой неподвижного упора, закрепленного на передней направляющей станине, или при достижении поперечным суппортом неподвижного упора, закрепленного на каретке.

При перегрузке в цепи движения подачи суппорт мгновенно останавливается, а с ним и вся кинематическая цепь фартука.

Ходовой винт имеет трапецеидальную резьбу с шагом 12 мм. Движение к ходовому винту передается с помощью двух полу гаек, которые могут смыкаться под воздействием рукоятки 24 (см. рис. 2.5), передавая вращение на ходовой винт, и разъединяться. При сомкнутом положении гаек производится нарезание резьбы.

Резцедержатель крепится на верхней части суппорта и используется для закрепления резцов, он фиксируется в четырех положениях с помощью подпружиненного шарика, заскакивающего в гнезда основания.

Задняя бабка используется для установки центров, поджимающих деталь при обработке, если длина заготовки в 2—3 раза превышает диаметр, и для установки инструмента с хвостовиками, например, сверл, зенкеров, разверток. Задняя бабка перемещается в продольном направлении по направляющим станины и может иметь поперечное перемещение ± 15 мм.

В отверстии корпуса задней бабки перемещается пиноль в продольном направлении с помощью винтовой передачи при повороте маховичка. Заднюю бабку закрепляют на станине рукояткой 21.

Задняя бабка станка установлена на аэростатической опоре (воздушной подушке), что значительно снижает давление при ее передвижении.

В устройство, создающее воздушную подушку, входит воздушный трубопровод, подключенный к цеховой магистрали сжатого воздуха; фильтр (влажнотделитель), в котором осаждается имеющаяся в воздухе влага; маслораспылитель, в котором воздух захватывает мелкие частицы масла, служащие для смазки клапана; трехходовой клапан для впуска сжатого воздуха в специальную камеру на подошве основания задней бабки с целью создания воздушной подушки.

Для перемещения задней бабки при включенном аэростатическом устройстве требуется лишь небольшое усилие.

Механизм главного движения токарно-винторезного станка мод. 16К20. Механизм главного движения используется для передачи движения от двигателя к шпинделю и для изменения частот его вращения.

От двигателя М1 движение передается к валу I коробки скоростей через клиноременную передачу, имеющую диаметр ведущего шкива 154 мм, а ведомого — 268 мм.

С вала I к валу II движение может передаваться либо через свободно вращающийся блок зубчатых колес 56—51 (указываются числа зубьев колес) при прямом вращении шпинделя, либо через колесо 50, блок зубчатых колес 24—36 и колесо 38 (обратное вращение шпинделя). Прямое или обратное вращение шпинделя устанавливается с помощью фрикционной муфты X_1 .

Далее будем рассматривать передачу прямого вращения к шпинделю. От вала I к валу II передаются две различные частоты вращения, определяемые передаточными отношениями зубчатых

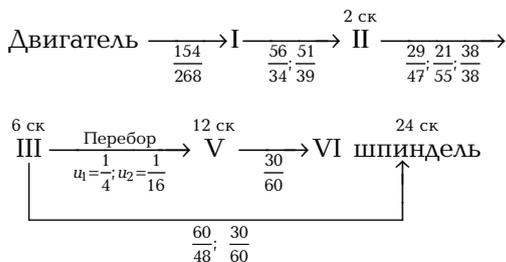
колес $\frac{56}{34}$ и $\frac{51}{39}$. От вала II к валу III движение передается с помощью неподвижных колес 29, 21, 38 и блока зубчатых колес 47—55—38, перемещающегося вдоль шлицевой поверхности вала, таким образом, от каждой из частот вращения вала II к валу III передается 3 различных частоты вращения, определяемые передаточными отношениями зубчатых колес $\frac{29}{47}$; $\frac{21}{55}$ и $\frac{38}{38}$. Всего вал III будет иметь 6 частот вращения. От III вала движение может передаваться к шпинделя двумя путями: напрямую с помощью неподвижных зубчатых колес 60 и 30, и блока зубчатых колес 48—60, находящегося на шпинделе, и через перебор, который состоит из блока колес 45—60 и зубчатого колеса 18; далее движение передается через V вал с помощью колес 30, 60. В первом случае частота вращения шпинделя будет определяться передаточными отношениями $\frac{60}{48}$ и $\frac{30}{60}$, таким образом шпиндель получит 12 частот вращения. Во втором случае перебор обеспечивает два передаточных отношения

$$u_1 = \frac{45 \cdot 18}{45 \cdot 72} = \frac{1}{4}; \quad u_2 = \frac{15 \cdot 18}{60 \cdot 72} = \frac{1}{16},$$

где u_1, u_2 — передаточные отношения.

Шпиндель также получит 12 частот вращения, но так как передаточные отношения перебора меньше единицы, то величины частот вращения будут меньше, чем получаемые непосредственно от вала III.

Схема передачи движения от двигателя к шпинделю



Частоты вращения $n = 500 \text{ мин}^{-1}$ и $n = 630 \text{ мин}^{-1}$ повторяются дважды.

Частота вращения шпинделя определяется в соответствии с формулой $n_{\text{шп}} = n_{\text{дв}} u_{\text{р.п}} \cdot 0,985 u_1 \dots u_n$.

Минимальная и максимальная частоты вращения шпинделя, мин^{-1} , рассчитываются следующим образом:

$$n_{\min} = 1460 \frac{154}{268} 0,985 \frac{51}{39} \frac{21}{55} \frac{15}{60} \frac{18}{72} \frac{30}{60} = 12,5;$$

$$n_{\max} = 1460 \frac{154}{268} 0,985 \frac{56}{34} \frac{38}{38} \frac{60}{48} = 1600,$$

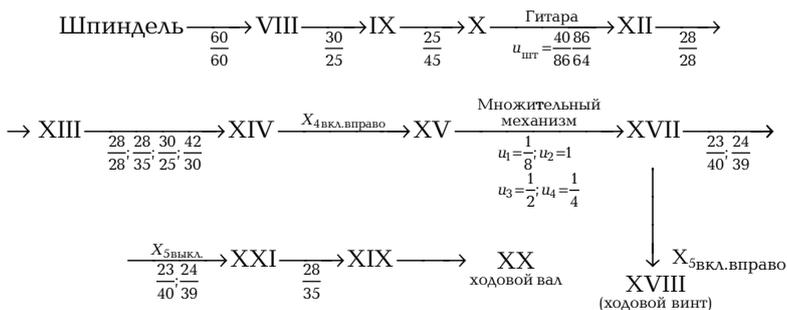
где n_{\min} — наименьшая частота вращения шпинделя; n_{\max} — наибольшая частота вращения шпинделя.

Механизм подачи. В кинематическую цепь механизма подачи входят звено увеличения шага (блок 60—45), механизм реверса (трэнзель), гитара сменных зубчатых колес, коробка подачи, механизм фартука, ходовой вал и ходовой винт.

Передача движения через механизм подачи от шпинделя осуществляется двумя путями:

- цепью А при настройке станка на рабочие подачи от ходового вала и при нарезании метрической и дюймовой резьб от ходового винта;
- цепью Б при нарезании модульных и питчевых резьб.

Цепь А



Множительный механизм состоит из двух двойных зубчатых блоков 18—28 и 28—48, а также колес 45, 35 и 15. Механизм обеспечивает четыре различные комбинации переключений. Одна из них показана на кинематической схеме станка:

$$u_1 = \frac{18}{45} \frac{15}{48} = \frac{1}{8}; \quad u_2 = \frac{28}{35} \frac{35}{28} = 1; \quad u_3 = \frac{18}{45} \frac{35}{28} = \frac{1}{2}; \quad u_4 = \frac{28}{35} \frac{15}{48} = \frac{1}{4}.$$

Таким образом, по цепи А на валу X можно получить $4 \cdot 4 = 16$ различных частот вращения, а значит, и 16 различных подач (от 0,05 до 0,7 мм/об).

Цель Б



Включение звена увеличения шага позволяет увеличить количество подач, так как в этом случае происходит зацепление зубчатого колеса 45 вала III с колесом 45 вала VIII и движение передается от шпинделя в обратном направлении через перебор или колеса $\frac{60}{30}$ на механизм подач с передаточными отношениями:

$$u_1 = \frac{60 \cdot 45}{30 \cdot 45} = 2; \quad u_2 = \frac{60 \cdot 72 \cdot 45 \cdot 45}{30 \cdot 18 \cdot 45 \cdot 45} = 8; \quad u_3 = \frac{60 \cdot 72 \cdot 60 \cdot 45}{30 \cdot 18 \cdot 15 \cdot 45} = 32.$$

В коробке подач установлена обгонная муфта, которая позволяет включать ускоренный ход каретки суппорта и поперечных салазок от отдельного электродвигателя без выключения рабочего хода.

Обгонная муфта состоит из обоймы, соединенной с зубчатым колесом 39, и диска 1, соединенного с валом XXI. В выемках диска располагаются ролики. При вращении обоймы ролики заклиниваются в узкой части выемки, и движение от обоймы передается на диск и далее на вал XXI. При вращении ходового вала XX от электродвигателя ускоренного хода диск получает более высокую скорость вращения через зубчатые колеса 35 и 28, чем обойма, ролики попадают в более широкую часть выемки, обойма отсоединяется от диска и может вращаться со скоростью, соответствующей рабочей подаче.

В конструкции токарно-винторезного станка используется большое количество кулачковых муфт, например X₂, X₃, X₄ и т.д. Эти муфты состоят из двух половинок, закрепленных на различных валах. На торцевой поверхности полумуфт имеются выступы и впадины. При соединении частей муфты движение передается с одного вала на другой, располагающийся с ним соосно.

При разъединении половинок муфт движение от одного вала к другому не передается. Передача движения происходит другим путем, например, в коробке скоростей, минуя перебор, который позволяет уменьшить скорость вращения шпинделя.

Об износе деталей станка можно судить по характеру их работы. Износ в сборочных единицах станка можно определить на слух, например, износ в местах сопряжений деталей вызывает глухой стук, признаком износа профиля зубьев зубчатых колес является шум в зубчатых передачах.

О работе сборочных единиц с подшипниками качения можно судить по издаваемому ими шуму. Лучше всего выполнять такую проверку специальным прибором — *стетоскопом*, если этого прибора нет, нужно пользоваться металлическим прутком, который прикладывают закругленным концом к уху, а заостренным — к месту, где находится подшипник. При нормальной работе слышен слабый шум, равномерное жужжание, если *нарушена работа подшипников*, то возникают сильные шумы:

- свист или резкий шум указывают на то, что в подшипнике отсутствует смазка, шарики или ролики защемлены беговыми дорожками внутреннего и наружного колец;
- гремющий шум означает, что на телах качения или кольцах появились забоины или в подшипники попала абразивная пыль или грязь;
- глухие удары сигнализируют об ослаблении посадки подшипника на валу или в корпусе.

Износ деталей можно определять визуально по появившимся на них царапинам, бороздкам, забоинам, трещинам, иногда их рассматривают с помощью лупы.

О некачественной работе станка также может сигнализировать *повышенный нагрев*. Например, перегрев подшипника может возникнуть вследствие защемления тел качения между беговыми дорожками в результате несоосности опор или из-за отсутствия смазки. Кроме того, о работе станка можно судить и по качеству обработанной детали, если возникают отклонения от геометрической формы и расположения поверхности детали, то части станка изношены.

Рассмотрим некоторые погрешности обрабатываемых деталей, причины их возникновения и способы устранения:

- *отклонение от цилиндричности* может быть следствием извернутости направляющих станины или непараллельности оси шпинделя направляющим. Для устранения дефекта нужно вывернуть станину и ось шпинделя станка;

- *отклонение от круглости* возникает вследствие неисправности патрона или его ненадежного закрепления на шпинделе (без патрона), дефектов шпинделя и его подшипников. С целью точного установления причины закрепляют заготовку в шпинделе, протачивают и замеряют микрометром диаметр в одном сечении во взаимно-перпендикулярных направлениях. Если некруглость не устранена, необходимо проверить правильность регулировки подшипников;
- *бочкообразность* образуется из-за износа направляющих станины, в отдельных случаях — из-за их извернутости. Требуется восстановить направляющие;
- *седлообразность* (вогнутость) образуется при обтачивании заготовки на станке, ось шпинделя которого не параллельна направляющим в вертикальной плоскости;
- *кольцеобразность* (образование на обрабатываемой поверхности заготовки кольцевых гребешков, расположенных с определенным шагом) возникает вследствие нарушения соосности: оси ходового вала в коробке подач, фартуке и кронштейне не совпадают, при этом, чем больше отклонение, тем выше гребешки на детали. Шаг между кольцами равен величине перемещения суппорта за один оборот вала. Кольцевые гребешки могут образовываться и по причине плохого зацепления реечной шестерни фартука с рейкой на станине, при этом расстояние между кольцами будет соответствовать шагу зубьев рейки. Эта неисправность устраняется установкой компенсаторов на направляющие каретки или переустановкой рейки;
- *волнистость* — неровности на обрабатываемой поверхности в виде мелких граней, расположенных прямолинейно или спирально вдоль оси. Это явление вызывается неисправностью режущего инструмента, неправильным его креплением и дефекта патрона. Неисправностями станка в этом случае могут быть повышенные зазоры в опорах шпинделя и дефекты в самих подшипниках, повышенные зазоры в суппорте (ослабление планок и клиньев). Для устранения неисправности рекомендуется заточить инструмент, правильно его установить, проверить патрон, уменьшить зазоры;
- *неллоскостность* возникает в результате износа продольных и поперечных направляющих поверхностей каретки суппорта. Для устранения дефекта требуется восстановить направляющие.

При обнаружении неисправности в работе станка токарь должен прекратить работу и ликвидировать имеющиеся недостатки

либо самостоятельно, либо с помощью работников ремонтного цеха. Для обеспечения бесперебойной работы оборудования необходимо осуществлять планово-профилактический ремонт строго в соответствии с графиком.

2.8. ПРИВОДЫ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ

2.8.1. Гидроприводы

В токарных станках используются гидравлические (в гидрокопировальном суппорте), пневматические (азростатические опоры задней бабки) и электрические приводы.

Гидроприводом называется совокупность устройств, предназначенных для приведения в движение механизмов станка или элементов, технологической оснастки с помощью рабочей жидкости, подаваемой под давлением. Использование этих приводов позволяет упростить передачу движения к исполнительному звену, снизить металлоемкость станков, повысить их точность, надежность. Преимуществами является также большая мощность при малых размерах механизма, возможность бесступенчатого регулирования скорости движения рабочих органов и плавного ее реверсирования, достижение плавности перемещений исполнительных органов станка, способствующих получению поверхностей деталей высокого качества, обеспечение автоматической защиты механизмов станка от перегрузки (с помощью гидравлических специальных клапанов), возможность автоматизации процессов, самосмазываемость механизмов гидравлического привода, повышающая долговечность механизмов станка, удобство управления, использование стандартных узлов.

Недостатками гидропривода являются возможность утечки рабочей жидкости, изменение ее свойств в зависимости от температуры, времени использования и т. д.

Рабочие жидкости. Нормальная работа гидросистем зависит от вида рабочей жидкости. Жидкость должна обладать хорошей вязкостью, быть однородной, иметь хорошую смазывающую способность, не окисляться, не образовывать отложений, не выделять паров, сохранять свои свойства при изменении температуры, давления, не вызывать коррозии элементов гидропривода, соответствовать требованиям пожарной безопасности. Предъявляемым требованиям лучше всего удовлетворяют минеральные масла и их смеси.

Наилучшим для использования в гидроприводе станков является масло с индексом вязкости 90.

Гидропривод металлорежущего станка состоит из следующих основных частей: бака с рабочей жидкостью; гидронасоса, подающего рабочую жидкость в систему; гидроаппаратуры, предназначенной для изменения или поддержания заданного постоянного значения давления или расхода рабочей среды либо для изменения направления потока рабочей жидкости; гидроцилиндров для прямолинейного движения или гидромоторов для вращательного движения; трубопроводов, соединяющих элементы гидропривода в единую систему. Применяемые в станках гидроприводы работают с давлением до 20 МПа. Жидкость из резервуара по трубопроводу поступает в насос, работающий от электродвигателя. По трубопроводу жидкость под давлением поступает в гидрораспределитель, а из него по трубопроводу в гидродвигатель — лопастный цилиндр, который соединен с механизмом зажима заготовки. Изменение направления вращения лопасти цилиндра осуществляется рукояткой (или электромагнитом) гидрораспределителя, скорость поворота лопасти до упора регулируется клапаном путем изменения давления в трубопроводе, которое определяется по манометру. Отработавшая жидкость и возможные утечки сливаются в бак по трубопроводам.

В качестве примера использования гидравлических приводов в токарных станках рассмотрим работу гидрокопировального суппорта, предназначенного для обработки фасонных поверхностей и ступенчатых валов (рис. 2.7). Гидрокопировальный суппорт ГСП-42 (к станку мод. 16К20) устанавливают на поперечных салазках суппорта при снятых поворотной плите и верхних салазках. Для продольного точения (рис. 2.7, а) среднюю часть копировального суппорта устанавливают под углом 60° к направлению продольной подачи. От насоса 1 через фильтр масло поступает в меньшую полость А гидроцилиндра. Полость Б цилиндра соединена со следящим устройством. Обе полости цилиндра сообщаются между собой через отверстие в поршне 8. Шток 5 гидроцилиндра жестко закреплен в кронштейне поворотной части суппорта, т. е. поршень неподвижен, а цилиндр может перемещаться. Гидроцилиндр привернут к копировальному суппорту 4.

Растачивание показано на рис. 2.7, б.

При торцовом точении среднюю часть устанавливают на месте крепления заднего резцедержателя под углом 30° к направлению продольной подачи (рис. 2.7, в).

На рис. 2.7, а показана схема работы гидросуппорта.

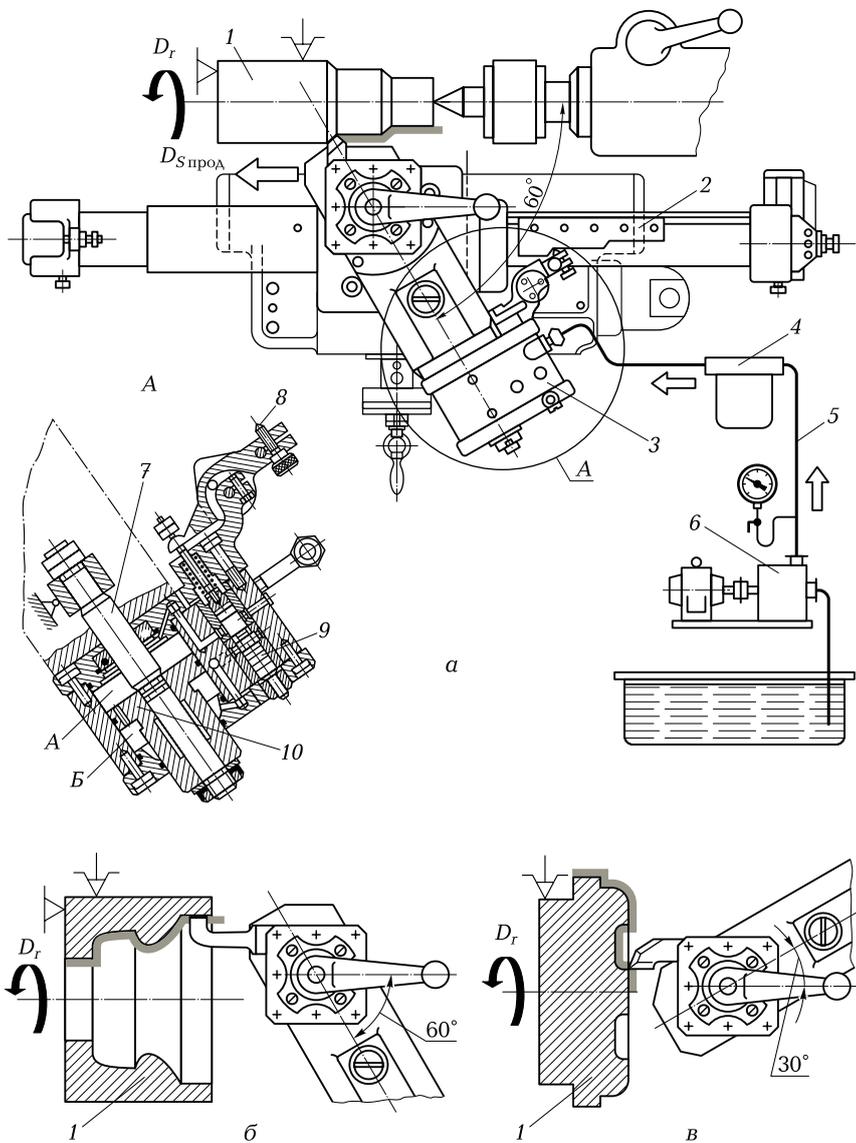


Рис. 2.7. Гидравлический копировальный суппорт ГСП-42:

а — для продольного точения; б — для растачивания; в — для торцевого точения; 1 — заготовка; 2 — копир; 3 — гидроцилиндр; 4 — фильтр; 5 — нагнетательный трубопровод; 6 — насос; 7 — шток; 8 — шуп; 9 — золотник; 10 — поршень; D_r — главное движение; $D_{S\text{ прод}}$ — движение продольной подачи; А и Б — полости гидроцилиндра

Следящее устройство представляет собой золотник 7, корпус которого расположен в блоке с цилиндром, а сам золотник при помощи пружины прижимается через рычаг со щупом 6 к копиру. Между золотником и выточкой в корпусе следующего устройства образуется кольцевое проходное сечение.

Если золотник выдвинут вперед (на схеме вверх), то выход масла из большой полости цилиндра перекрывается, и благодаря тому, что обе полости цилиндра соединены отверстием, в них устанавливается одинаковое давление. Так как площадь поршня в полости А примерно вдвое больше, чем в полости Б, то усилие, действующее на цилиндр, направлено к обрабатываемой заготовке (на схеме вверх) и суппорт движется вперед к заготовке.

При нажатии на золотник между ним и его корпусом образуется канал, достаточный для пропуска масла из полости Б в бак. Тогда благодаря сопротивлению в поршневом отверстии давление в полости А значительно превзойдет давление в полости Б, в результате чего равнодействующее усилие на цилиндр направлено от обрабатываемой заготовки (на схеме вниз) — суппорт отходит назад.

Если относительное положение золотника и корпуса следящего устройства образует между ними малый канал, то масло, выходящее из полости Б, испытывает сопротивление и давление в полости Б становится вдвое меньше, чем в полости А. Усилия, действующие на цилиндр, уравниваются, и копировальный суппорт остается неподвижным (обрабатывается цилиндрическая поверхность).

В местах перехода от цилиндрической поверхности к торцу щуп отклоняется и, нажимая на золотник, увеличивает канал в следящем устройстве, вследствие чего копировальный суппорт начинает отходить от заготовки. Так как каретка продолжает двигаться с постоянной скоростью к передней бабке, то в результате сложения этих двух движений образуется прямой угол на заготовке. Аналогично при копировании других профилей сложением движений на заготовке воспроизводится форма копира.

2.8.2. Пневмоприводы

Устройства, предназначенные для приведения в движение механизмов станка с помощью сжатого воздуха, называют **пневмоприводами**. С помощью пневматических устройств возможно производить автоматизацию процесса обработки и управления станками.

В металлорежущих станках пневматические приводы используются для выполнения операций загрузки и закрепления заготовок, включения и выключения рабочих движений режущего инструмента при их остановке, освобождения и удаления заготовок со станка, для аэростатических опор и направляющих и выполнения других функций.

К основным достоинствам пневматических приводов относятся надежность; быстрое действие; простота конструкции; экономичность; дешевизна энергоносителя (воздуха); возможность бесступенчатого регулирования скорости движения исполнительных органов привода в широких пределах; безопасность в пожарном отношении.

Недостатки пневмоприводов вызваны высокой сжимаемостью воздуха. Энергия сжатого воздуха, преобразуемая в кинетическую энергию движущихся масс, вызывает рывки и удары, снижающие точность позиционирования исполнительных органов станка. Поэтому пневмоприводы не обеспечивают необходимой плавности и точности хода, а также получения равномерной и стабильной скорости перемещения исполнительных органов станка при переменной нагрузке.

2.8.3. Электрические приводы

Самое широкое распространение в токарных станках получил электрический привод. Электрическим приводом называется устройство, состоящее из электродвигателя, аппаратуры управления и защиты, механических передач, связывающих электродвигатель с рабочими органами станка.

В токарно-винторезных станках имеются электродвигатели главного движения быстрого хода, электронасосов для подачи охлаждающей жидкости. Число двигателей, устанавливаемых на одном станке, может достигать до нескольких десятков.

К электроприводам металлорежущих станков предъявляются определенные требования: в процессе обработки необходимо сохранение заданной скорости резания и выбранной подачи, поэтому электрический привод станка должен сохранить примерное постоянство скорости при изменениях нагрузки; двигатель должен быть надежным в работе, долговечным, недорогим, компактным и экономичными.

Всем этим требованиям отвечает *трехфазный асинхронный электродвигатель*.

В конструкциях станков предусмотрены электрические устройства, позволяющие выполнять операции управления электропри-

водом, такие устройства называются аппаратурой управления. Аппаратура позволяет осуществлять пуск, регулирование скорости вращения, изменение направления вращения, торможение и отключение. Эти операции могут производиться как при ручном управлении, так и автоматически. Простейшими аппаратами ручного управления являются рубильники, пакетные переключатели.

Рубильники используются в качестве вводных выключателей, для снятия напряжения со станка в случае длительного перерыва в работе. В иных случаях это выполняют другие аппараты.

Пакетные переключатели содержат несколько примыкающих друг к другу однополюсных переключателей, управляемых поворотом общей оси. Однополюсные переключатели можно установить так, чтобы при повороте оси одни цепи замыкались, а другие размыкались. По сравнению с рубильниками пакетные переключатели компактнее.

В токарных станках используется также контакторное управление электродвигателями. **Контактором** называют электромагнитный аппарат с автоматическим или кнопочным включением. Он предназначен для частых включений и отключений силовых электрических цепей.

Для управления контакторами предназначены **кнопки**, они могут замыкать контакты (кнопка «Пуск») и размыкать контакты (кнопка «Стоп»).

Для автоматического управления движениями механизмов станков применяются **путевые и конечные переключатели** или выключатели. С их помощью ограничивается длина хода рабочих органов станка при поступательном движении.

Аппаратура защиты электродвигателей. У перегруженного электродвигателя увеличивается нагрев обмоток, что может вызвать преждевременный выход его из строя. Поэтому следует отключать двигатель, когда температура превысит установленную величину. Если в цепи возникает короткое замыкание, цепь необходимо тоже немедленно отключить.

Простейшими аппаратами, обеспечивающими защиту электродвигателя и сети от чрезмерно больших токов, являются **плавкие предохранители**. Отключение электродвигателя этими предохранителями происходит, когда плавится вставка, представляющая собой кусок калиброванной проволоки или металлическую пластину.

Для защиты электродвигателя от недопустимого перегрева при длительных перегрузках применяют **тепловые реле**. Поэтому для надежной защиты электродвигателя в электрическую схему вводят тепловое реле и плавкие предохранители.

Для защиты от коротких замыканий и чрезмерных нагрузок кроме плавких предохранителей применяют **реле тока**, отключающие цепь при резком возрастании величины тока.

Взаимодействие элементов, составляющих электрооборудование станка, определяется электрической схемой. Применяют две разновидности изображения электрических схем: монтажную и принципиальную.

В **монтажной схеме** все аппараты и измерительные приборы изображаются в соответствии с действительным размещением на панелях управления, в пультах, шкафах и т.д. Эта схема используется при монтаже электрооборудования.

В **принципиальной схеме** все электрооборудование станка располагается независимо от их установки на месте. Такая схема обеспечивает простой и наглядный способ объяснения принципа работы электрооборудования станка.

Рассмотрим принципиальную электрическую схему токарно-винторезного станка мод. 16К20 (рис. 2.8).

Включение и отключение шпинделя, а также реверс и торможение этого станка осуществляют посредством фрикционной муфты. Как видно из схемы, станок обслуживают три электродвигателя: двигатель М1 главного привода мощностью 7,5 кВт; двигатель М2 быстрого перемещения суппорта мощностью 0,75 кВт и двигатель М3 насоса охлаждения мощностью 0,12 кВт.

Для защиты двигателя М1 от токов режима короткого замыкания установлен автоматический отключатель ВВ с магнитными расцепителями и расцепителем минимального напряжения. Для защиты двигателей М2 и М3 применим автоматический выключатель АВ1 с магнитными расцепителями.

Помимо того, двигатели защищены тепловыми реле РТГ, РТБ и РТО, каждое из которых имеет два нагревательных элемента. Автоматические отключатели АВ2 и АВ3 с магнитными расцепителями, рассчитанными на малые токи, предохраняют соответственно цепь электрического освещения и цепи управления.

При открывании дверцы шкафа управления нажимается путевой переключатель КБШ, и его размыкающим контактом разрывается цепь питания катушки автоматического выключателя ВВ. При этом автоматический выключатель отключается, и напряжение со схемы станка снимается.

Если наладчику необходимо опробовать действие установленной в шкафу аппаратуры, то он может повернуть переключатель управления ПУ1. При этом верхний контакт этого переключателя размыкается, а нижний замыкается. Поскольку путевой переключатель

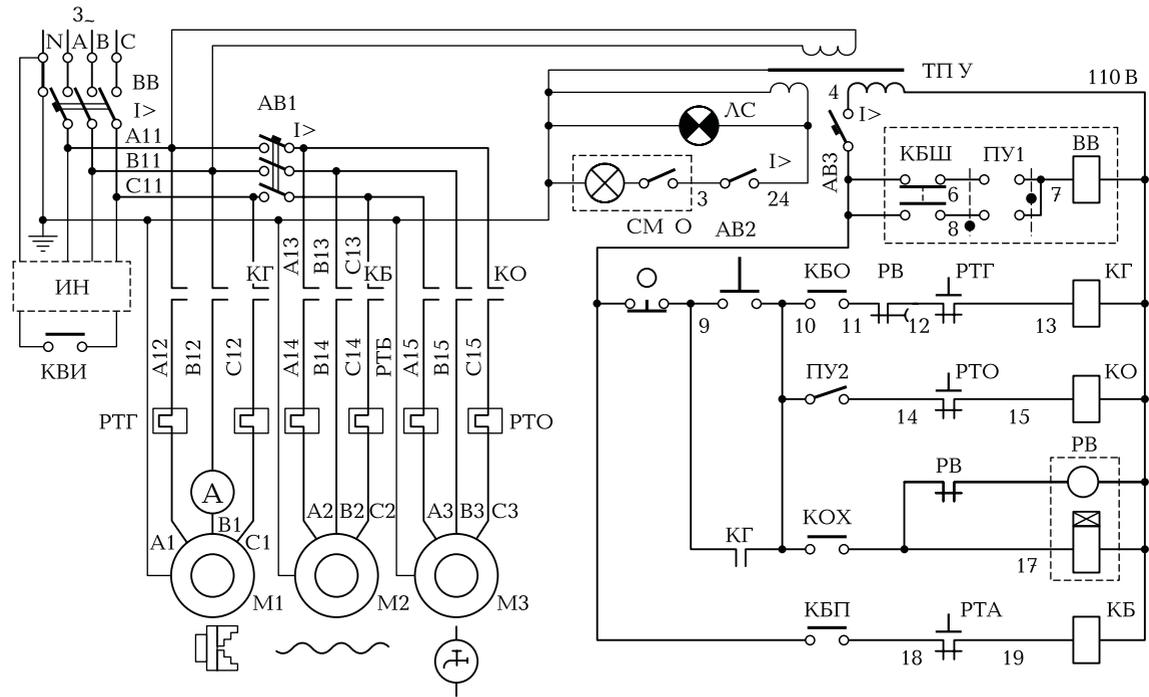


Рис. 2.8. Принципиальная электрическая схема токарно-винторезного станка мод. 16К20:

М1 — двигатель главного привода; М2 — двигатель быстрого перемещения суппорта; М3 — двигатель насоса охлаждения; ВВ — автоматический выключатель от токов короткого замыкания; ВВ, АВ1, АВ2, АВ3 — автоматические отключатели; РТА, РТГ, РТО — тепловые реле; КБШ, КВИ, КОХ, КБП, КБО — путевые переключатели; ПУ1, ПУ2 — переключатели; ТПУ — тепловой переключатель; КБ, КГ, КО — контакторы; РВ — моторное реле; ЛС, СМ — лампы; А, В, С — фазы двигателя; А1...А3, А11...А15, В1...В3, В11...В15, С11...С15 — электрические цепи, передающие ток фазам двигателей; N — заземление; ИН — источник напряжения

чатель КБШ нажат и его замыкающий контакт закрыт, катушка автоматического выключателя ВВ остается включенной. При понижении напряжения сети до нуля или до ненормально низких его значений выключатель ВВ отключается. При открывании дверцы шкафа управления нажимается также путевой переключатель КВИ. При этом включается индикатор напряжения. Путевой переключатель КБО нажат, когда кожух сменных шестерен закрыт. Только при этом условии может быть пущен привод главного движения.

При нажатии 1 включается контактор КГ. Двигатель главного привода начинает вращаться. Одновременно включается двигатель насоса охлаждения (если он не отключен выключателем ПУ2).

Шпиндель включают и отключают поворотом рукояткой управления фрикционом. При ее повороте в среднее положение шпиндель отключается и нажимается путевой переключатель КОХ.

Включение двигателя быстрых ходов производят поворотом рукоятки на фартуке. Рукоятка действует на путевой переключатель КБП, включающий контактор КБ двигателя быстрых ходов.

2.9. ПРОВЕРКА ТОКАРНОГО СТАНКА НА ТОЧНОСТЬ

При эксплуатации токарного станка необходимо осуществлять проверку станка на точность. Нормы точности для каждого типа токарных станков указаны в инструкции для проверки станков на точность.

Обычно эту проверку осуществляют работники отдела технического контроля (ОТК), а сам токарь проверяет станок только в том случае, если на деталях возникают дефекты обработки. Рассмотрим **основные виды проверок токарно-винторезного станка на точность** (рис. 2.9):

1. *Проверка радиального биения центрирующей шейки шпинделя передней бабки* (рис. 2.9, а).

Проверку осуществляют индикатором, установленным на направляющих станины. Измерительный штифт индикатора должен касаться центрирующей шейки. Шпинделю придают медленное вращательное движение с частотой вращения $10 \dots 20 \text{ мин}^{-1}$.

По индикатору определяют количество делений, на которое отклоняется стрелка, умножают на 0,01 мм и получают величину биения. Допускаемое биение для станков с наибольшим диаметром обрабатываемой заготовки 400 мм составляет 0,006...0,015 мм.

2. Проверка соосности осей шпинделя передней бабки и пиноли задней бабки (рис. 2.9, б).

Заднюю бабку с полностью выдвинутой пинолью устанавливают примерно на 1/2 наибольшего расстояния между центрами. Между центрами, закрепленными в шпинделе и пиноли, устанавливают точную цилиндрическую оправку, а на суппорте — индикатор так, чтобы его измерительный штифт касался оправки. Суппорт перемещают в продольном направлении, индикатор при этом показывает смещение оси пиноли относительно оси шпинделя. Замер делают в вертикальной плоскости, при этом индикатор касается поверхности оправки сверху, и горизонтальной плоскости, индикатор касается поверхности шейки спереди. Допускаемое отклонение 0,01 мм (ось пиноли может быть только выше оси шпинделя).

3. Проверка параллельности оси шпинделя передней бабки направлению продольного перемещения суппорта (рис. 2.9, в).

В отверстие шпинделя плотно вставляют точную закаленную и шлифованную цилиндрическую оправку, а на суппорте устанавливают индикатор так, чтобы его измерительный штифт касался поверхности оправки. Суппорт перемещают вдоль станины. Индика-

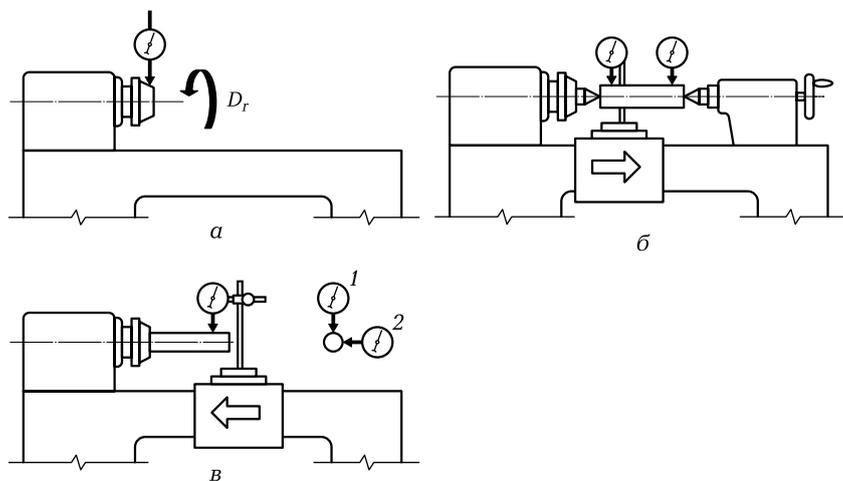


Рис. 2.9. Основные виды проверок токарно-винторезного станка на точность:

а — проверка радиального биения центрирующей шейки шпинделя передней бабки; б — проверка соосности осей шпинделя передней бабки и оси пиноли задней бабки; в — проверка параллельности оси шпинделя передней бабки направлению продольного перемещения суппорта; 1, 2 — положения индикатора; стрелками показано направление перемещения суппорта и направление вращения шпинделя

тор показывает отклонение параллельности оси шпинделя направлению продольного перемещения суппорта. Допускаемое отклонение в вертикальной плоскости 0,030 мм, а в горизонтальной плоскости 0,015 мм на длине 300 мм.

Токарь систематически должен ухаживать за станком соблюдая следующие **правила эксплуатации**:

1. До начала смены принять станок от сменщика. При приемке необходимо:

- проверить общее состояние станка и включение двигателя;
- опробовать работу фрикциона, первоначально придав шпинделю малую частоту вращения, и проверить на слух, нет ли каких-либо подозрительных шумов в коробке скоростей, коробке подач и в механизме фартука;
- проверить по струйному маслоуказателю при малой частоте вращения шпинделя, работает ли смазочный насос;
- осмотреть направляющие станины: нет ли забоин и царапин;
- проверить ход каретки суппорта, поперечных и верхних салазок суппорта, включение и переключение подач, замыкание и размыкание разъемной гайки;
- убедиться в исправности насоса для подачи охлаждающей жидкости и системы трубопроводов;
- убедиться в исправности осветительных устройств в станке;
- убедиться в исправности предохранительного щитка;
- убедиться в исправности заземления.

2. Своевременно и правильно смазывать станок согласно карте смазки, регулярно проверять и периодически очищать смазочные отверстия, следить за своевременной сменой смазки в коробке скоростей, коробке подач и фартуке суппорта.

3. Во время работы не укладывать заготовки, детали, режущие и измерительные инструменты на направляющие станины, использовать для этой цели деревянные планшеты.

4. Для надежного закрепления резцедержателя запрещается постукивание молотком или металлическим стержнем по рукоятке. Периодически снимать резцедержатель, очищать опорную поверхность от грязи, промывать керосином и протирать гнезда фиксаторов.

5. Не оставлять двигатель станка включенным, если необходимо отлучиться, выключать станок при измерении изготавливаемых деталей, при перерывах в подаче электроэнергии, при наладочных или ремонтных работах у станка. При выполнении ручных работ (развертывание, нарезание резьбы метчиком, сверление с ручной подачей пиноли, полирование), когда не требуется автоматическая

подача суппорта, отключать механизм подачи, поставив рукоятку тrenzеля в нейтральное положение.

6. Тщательно очищать станок после работы, следить, чтобы на направляющих станины и суппортов не оставалась стружка, грязь, влага. Использовать обтирочные материалы, не оставляющие следов от частичек стружки и ворса на протираемых поверхностях. При обработке чугунных заготовок несколько раз в смену тщательно удалять стружку и пыль с направляющих станины и каретки и смазывать их. Следить за тем, чтобы чугунные заготовки не превышали 20 % от общего количества изделий. Если выполнялась обработка чугунных заготовок, а затем необходимо обрабатывать стальные с применением смазочно-охлаждающей жидкости, то вначале очистить направляющие от чугунной стружки, грязи и масла, протереть их тряпкой, смоченной в керосине, затем протереть насухо и вновь смазать. Не реже одного раза в месяц выполнять общую уборку станка и рабочего места: обмывать станок теплым содовым раствором и вытирать; промывать сетку корыта, полностью заменять эмульсию в резервуаре; промывать ходовые винты; тщательно очищать направляющие; протирать внутренние поверхности защитных кожухов; очищать свое рабочее место вокруг станка, под тумбочкой; очищать и при необходимости ремонтировать решетку; наводить порядок в рабочей тумбочке. После общей уборки полностью смазывать станок. Два раза в год производить генеральную уборку станка и рабочего места.

7. О замеченных ослаблениях закрепления станка сообщать мастеру.

8. Станок, остановленный на длительное время (свыше пяти суток), должен быть покрыт чехлом, и все неокрашенные поверхности тщательно смазаны.

Смазка необходима для обеспечения длительной бесперебойной работы станка. Для смазки коробки скоростей и коробки подачи используется автоматическая централизованная система, с помощью которой смазка подается к подшипникам шпинделя и на маслораспределительные лотки. Контролировать наличие масла в системе и правильность ее работы можно по маслоуказателю, диск которого вращается при нормальном состоянии системы смазки станка, при его остановке необходимо выключить станок и очистить фильтр. Для этого его вынимают из резервуара, предварительно отсоединив трубы, отвертывают гайку, расположенную в нижней части, и снимают фильтрующие сетчатые элементы в пластмассовой оправе. Каждый элемент промывают в керосине до полного очищения.

Направляющие каретки и поперечных салазок тоже смазывают централизованно в начале и в середине смены, поочередно перемещая на быстром ходу каретку и поперечные салазки до появления масляной пленки на направляющих.

Опоры ходового вала, ходового винта и задней бабки смазываются фитилями из резервуаров, находящихся под задней бабкой.

Сменные шестерни и ось промежуточной сменной шестерни смазывают вручную консистентной смазкой.

Остальные точки смазывают вручную при помощи масленки. К паспорту станка прилагается карта смазки, указываются способы и периодичность смазки, периодичность замены смазочных материалов и их марки. Систематический уход за станком позволит повысить долговечность оборудования и качество обрабатываемых деталей.

Температура в помещении, где установлен станок, должна быть от 10 до 30 °С, относительная влажность не более 80 % при 10 °С или 60 % при 30 °С.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие виды передач преобразуют вращательное движение в поступательное?
2. Какие виды передач используются для передачи вращательного движения?
3. Какие параметры являются характеристиками передач?
4. Каково назначение реверсивного механизма?
5. К какой группе и к какому типу станков относится станок мод. 1А616?
6. Каково назначение механизма главного движения?
7. Каким образом вращательное движение ходового вала преобразуется в поступательное движение суппорта?
8. Какое устройство называется гидроприводом?
9. Почему гидроприводы получили широкое распространение?
10. Какими свойствами должны обладать рабочие жидкости?
11. Какие устройства называются пневмоприводом?
12. Где используется пневмопривод в конструкции токарно-винторезного станка мод. 16К20?
13. Какое устройство называется электроприводом?
14. Какие виды проверок токарного станка на точность необходимо выполнять?

ОСНАСТКА ТОКАРНЫХ СТАНКОВ

При обработке на токарных станках заготовки устанавливаются в приспособления (патроны, планшайбы, оправки, хомутики, центры, люнеты), являющиеся технологической оснасткой. Для достижения требуемого качества изготовления деталей необходимо уметь правильно выбирать и устанавливать приспособление, закреплять заготовку. Для этого применяют двух-, трех- и четырехкулачковые патроны.

В двухкулачковых самоцентрирующих патронах закрепляют различные фасонные отливки и поковки.

В трехкулачковых самоцентрирующих патронах закрепляют заготовки круглой и шестигранной формы.

В четырехкулачковых патронах закрепляют прутки квадратного сечения, детали прямоугольной или несимметричной формы.

Наиболее широко применяют трехкулачковый самоцентрирующий патрон. Этот патрон имеет три кулачка, которые одновременно сходятся к центру или расходятся от него (рис. 3.1). Кулачки обеспечивают точное центрирование заготовки (совпадение оси заготовки с осью вращения шпинделя). Кулачки 3 движутся в радиальных пазах корпуса 2 патрона. В корпусе располагается диск, с одной стороны которого имеется спиральная резьба, а с другой нарезаны зубья. Кулачки своими выступами на подошве входят в канавки спиральной резьбы. Диск 4 приводится во вращение ключом, вводимым в гнездо одного из сопряженных с ним малых зубчатых колес 1. Кулачки патрона движутся к центру или от центра, закрепляя или освобождая заготовку.

Четырехкулачковый патрон с независимым перемещением кулачков (рис. 3.2) состоит из корпуса 1, в котором выполнены четыре паза, в каждом пазу смонтирован кулачок 4 с винтом 3, исполь-

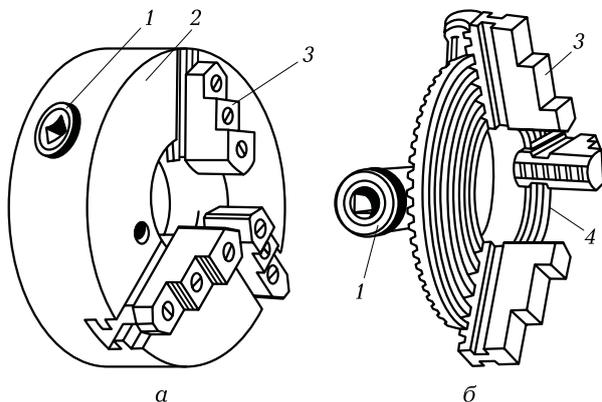


Рис. 3.1. Трехкулачковый самоцентрирующий патрон:

a — общий вид; *б* — детали патрона; 1 — коническое зубчатое колесо; 2 — корпус; 3 — кулачки; 4 — диск, с одной стороны которого спиральная нарезка, с другой — зубья

зующим для независимого перемещения кулачков по пазам в радиальном направлении. На передней поверхности патрона нанесены концентричные круговые риски, с помощью которых кулачки выставляются на одинаковом расстоянии от центра патрона.

Поводковые патроны используются для передачи движения заготовке, закрепленной в центрах с помощью хомутика (рис. 3.3).

Цанговые патроны применяют главным образом для закрепления прутка или для повторного зажима заготовок по предваритель-

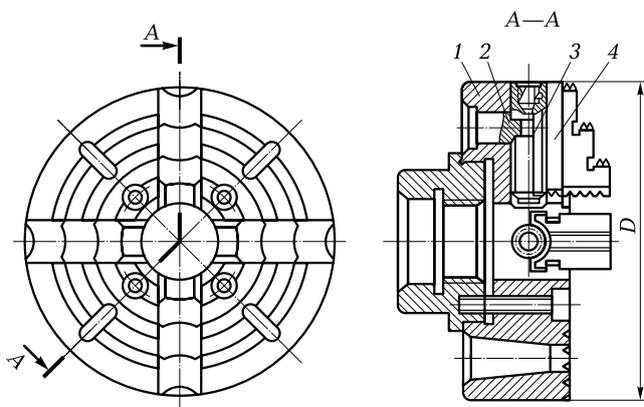
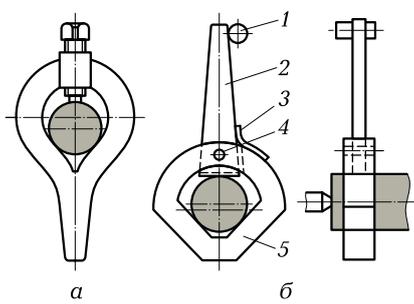


Рис. 3.2. Четырехкулачковый патрон:

1 — корпус; 2 — сухарь; 3 — винт; 4 — кулачок; *D* — наружный диаметр патрона

Рис. 3.3. Хомутики:

a — обычный; *б* — самозатягивающийся: 1 — палец поводка патрона; 2 — хвостовик хомутика; 3 — пружина; 4 — ось; 5 — корпус хомутика



но обработанной поверхности. По конструкции различают патроны с втягиваемой, выдвигной и неподвижной цангами (рис. 3.4).

Мембранные патроны применяют в том случае, когда необходимо обработать партию заготовок с высокой точностью центрирования (рис. 3.5).

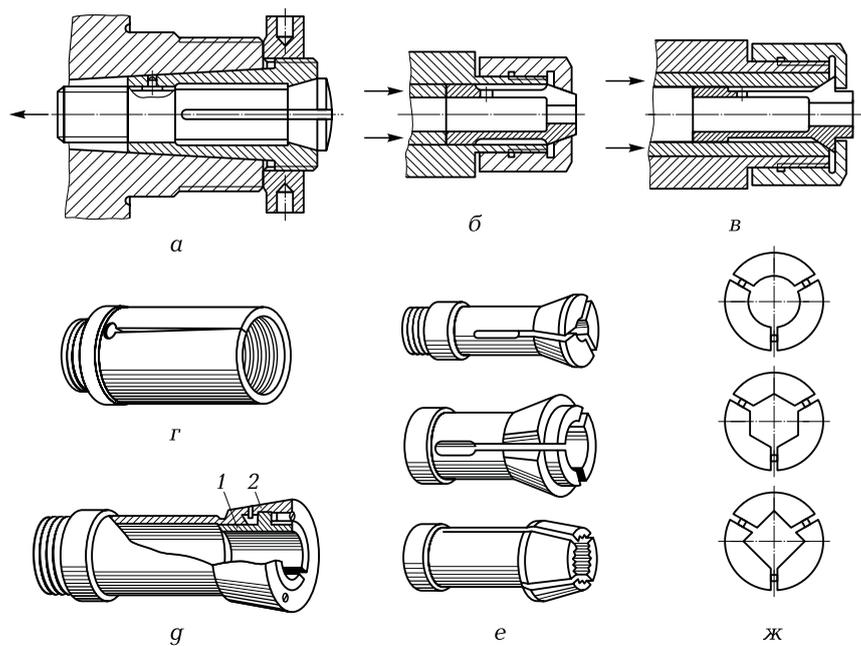


Рис. 3.4. Цанговые патроны:

a — патрон с втягиваемой цангой; *б* — патрон с выдвигной цангой; *в* — патрон с неподвижной цангой; *г* — подающая цанга; *д* — зажимная цанга со сменными вкладышами; *е* — зажимная цельная цанга; *ж* — формы сменных вкладышей цанг; 1 — сменный вкладыш; 2 — цанга

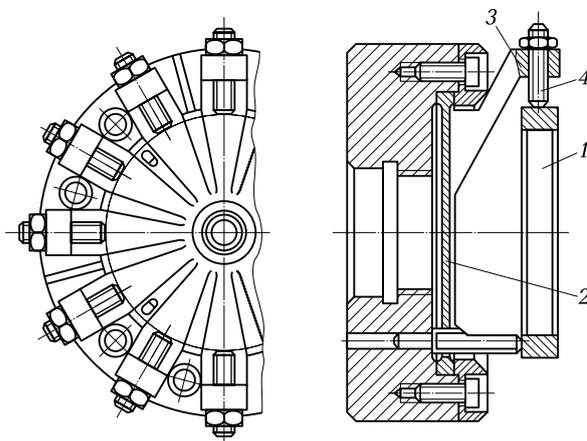


Рис. 3.5. Мембранный патрон:

1 — обрабатываемая заготовка; 2 — мембрана; 3 — рожки; 4 — винты

Центры используются для закрепления заготовок при обработке, если необходимо выполнить высокие точностные требования или повысить жесткость системы СПИЗ (станок — приспособление — инструмент — заготовка).

Центры имеют две стандартизованные конические поверхности: рабочую и хвостовик. Угол конуса рабочей части — 60° , хвостовик выполняется в соответствии с размерами конусов Морзе. В зависимости от назначения используются различные виды центров (рис. 3.6). Чаще всего используются жесткие (рис. 3.6, а) и вращающиеся (рис. 3.6, б) центры. Последние применяют при обработке с большими скоростями резания и нагрузками.

Центр, показанный на рис. 3.6, в, служит для установки заготовок диаметром до 4 мм. У этих заготовок вместо центровых отверстий изготавливают наружный конус с углом при вершине 60° , который входит во внутренний конус центра, поэтому такой центр называется обратным. Если необходимо подрезать торец заготовки, то применяют задний срезанный центр (рис. 3.6, г), который устанавливают только в пиноль задней бабки.

Центр со сферической рабочей частью (рис. 3.6, г) применяют в тех случаях, когда требуется обработать заготовку, ось которой не совпадает с осью вращения шпинделя станка.

Центр с рифленой поверхностью рабочей части (рис. 3.6, е) используют при обработке без поводкового патрона заготовок с большим отверстием.

В процессе обработки задний центр не вращается и поэтому интенсивно изнашивается. Для предотвращения износа рабочую часть заднего центра изготавливают из твердого сплава (рис. 3.6, ж).

Оправки используют для закрепления заготовок, имеющих отверстие, если необходимо получить concentricность внутренних и наружных цилиндрических поверхностей. Оправки бывают разных видов: цилиндрические, конические, цанговые, резьбовые, шлицевые и т.д. (рис. 3.7).

Планшайба представляет собой плоский диск с радиальными пазами и отверстиями, который крепится к фланцу, устанавливаемому на шпиндель станка. Используется в тех случаях, когда невозможно закрепить заготовку в патронах. Заготовку к планшайбе крепят с помощью планок или прихватов.

Люнеты используются в качестве вспомогательных опор при обработке нежестких валов (валов, у которых отношение $\frac{l}{d} \geq 10$ раз) для того, чтобы в процессе обработки заготовка не отжималась.

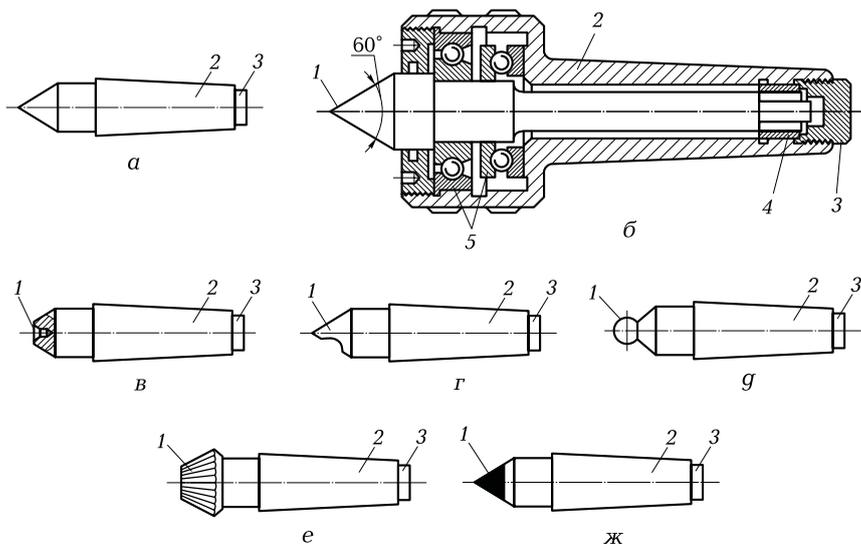


Рис. 3.6. Центры:

a — жесткий; *б* — вращающийся; *в* — обратный; *г* — срезанный; *г* — со сферической рабочей частью; *е* — с рифленой твердосплавной поверхностью; *ж* — с твердосплавной рабочей поверхностью; 1 — рабочая часть; 2 — хвостовик; 3 — гайка; 4 — опорная часть; 5 — подшипники

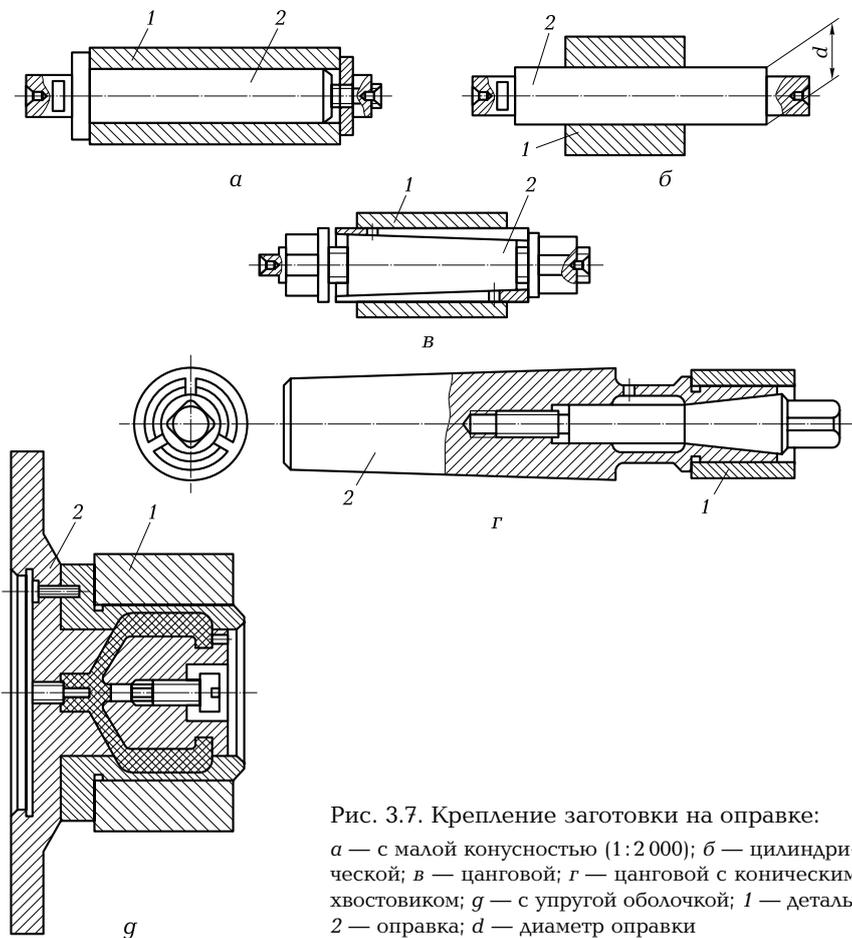


Рис. 3.7. Крепление заготовки на оправке:

a — с малой конусностью (1:2000); *б* — цилиндрической; *в* — цанговой; *г* — цанговой с коническим хвостовиком; *г* — с упругой оболочкой; 1 — деталь; 2 — оправка; *d* — диаметр оправки

Люнеты бывают подвижные (рис. 3.8, *a*) и неподвижные (рис. 3.8, *б*).

Неподвижный люнет устанавливают на направляющих станины станка и крепят планкой *б* с помощью болта и гайки *5*. Верхняя часть корпуса *1* люнета откидная, что позволяет снимать и устанавливать заготовку на кулачки *4*, которые служат опорой для обрабатываемой заготовки и поджимаются к заготовке винтами *2*, которые после установки фиксируются болтами *3*.

Подвижный люнет крепится на каретке суппорта и перемещается при обработке вдоль заготовки. Подвижный люнет имеет два кулачка, которые служат опорами для заготовки.

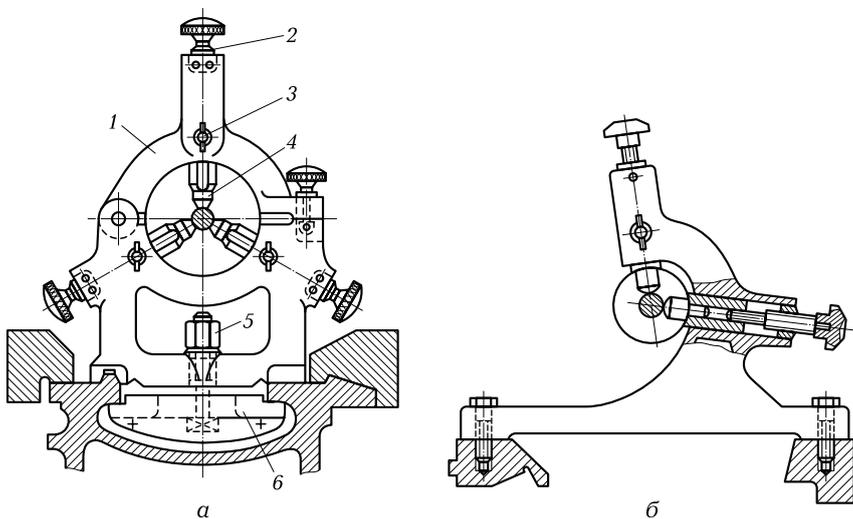


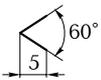
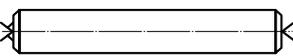
Рис. 3.8. Люнеты:

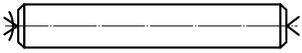
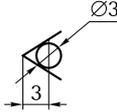
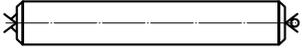
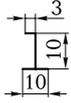
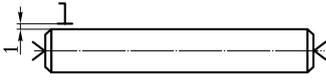
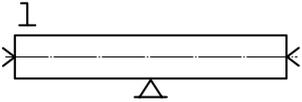
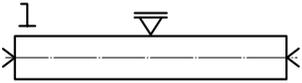
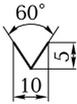
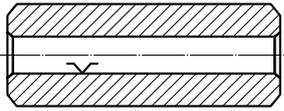
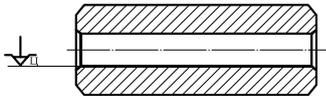
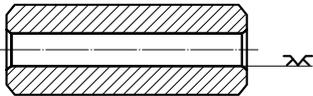
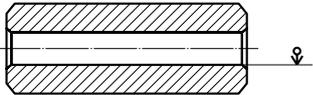
а — неподвижный; *б* — подвижный; 1 — верхняя часть корпуса; 2 — винт; 3 — болт; 4 — кулачки; 5 — гайка; 6 — планка

Выбор способа установки заготовки на токарном станке зависит от ее формы, размеров, жесткости технологической системы, точности и качества обрабатываемых поверхностей.

Условные обозначения приспособлений. При изображении технологического процесса токарной обработки приходится выполнять операционные эскизы. На этих эскизах приспособления обозначаются условно в соответствии с государственными стандартами. Условное обозначение приспособлений указано в табл. 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1. Условные обозначения приспособлений

Наименование	Условные обозначения	Примеры нанесения на технологические схемы условных обозначений
Гладкие неподвижные центры		
Рифленый центр		

Наименование	Условные обозначения	Примеры нанесения на технологические схемы условных обозначений
Плавающий центр		
Вращающийся центр		
Поводковый патрон		
Неподвижный люнет и любая неподвижная опора		
Подвижный люнет и любая подвижная опора		
Цилиндрическая оправка и любые другие опоры		
Цанговая оправка		
Шлицевая оправка		
Любой зажим (может сочетаться с любым обозначением опоры)		

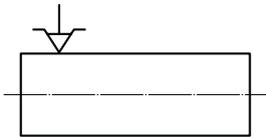
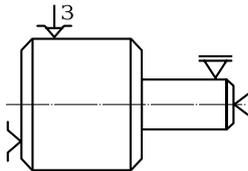
Наименование	Условные обозначения	Примеры нанесения на технологические схемы условных обозначений
Патрон		
Заготовка установлена в трехлапчатом патроне с механическим устройством зажима, с упором в торец, с креплением в подвижном люнете и поддерживается гладким неподвижным центром (задней бабки)	—	

Таблица 3.2. Условные обозначения типов устройств зажимов

Наименование типа устройств зажима	Обозначение типа устройств зажима
Ручное, механическое	Без обозначения
Пневматическое	Р
Гидравлическое	Н
Гидропластовое	Г
Электрическое	Е
Магнитное	М
Электромагнитное	ЕМ

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В каких патронах закрепляются заготовки цилиндрической формы?
2. Использование каких приспособлений позволяет уменьшить отжим заготовки при обработке нежестких валов?

3. Какое условие выполняется при закреплении заготовки на оправке?
4. Какой патрон используют для закрепления заготовки, если необходимо обеспечить высокую степень центрирования?
5. С какой целью наносят рифления на рабочую поверхность рифленого центра?
6. Чему равен угол конуса рабочей части жесткого центра?
7. Почему хвостовики центров стандартизованы?
8. Для закрепления какого типа заготовок используют цанговые патроны?
9. Почему при подрезании торцевой поверхности заготовки рекомендуют использовать срезанный центр?
10. Как называются части люнета, являющиеся опорами заготовки?
11. С какой целью используются хомутики?
12. Где устанавливается неподвижный люнет?

ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ НАРУЖНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ И ТОРЦОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

4.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЯХ

Многие детали машин имеют цилиндрические поверхности: валы, шкивы, зубчатые колеса, подшипники качения и т. д.

От того как они выполнены, зависит качество работы механизмов и машин, поэтому умение выполнить обработку так, чтобы выполнялись все предъявляемые требования к изготовленным поверхностям, очень важно. К цилиндрическим поверхностям предъявляются следующие требования:

- прямолинейность образующей;
- цилиндричность: в любом сечении, перпендикулярном оси, окружности должны быть одинакового диаметра (не должно быть конусообразности, бочкообразности, седлообразности);
- круглость: любое сечение должно иметь форму правильной окружности (не должно быть овальности или огранки);
- соосность: расположение осей всех ступеней ступенчатых деталей на общей прямой.

Требования, предъявляемые к цилиндрическим поверхностям, выдержать трудно, так как целый ряд факторов влияет на изготовление детали, например, износ деталей станка и приспособлений, износ режущего инструмента, правильность выбора способа закрепления заготовки, температура окружающей среды, неравномерность припуска, неоднородность твердости поверхностного слоя, наличие нароста на инструменте, вибрации, передаваемые от других станков, и т. д. Все эти факторы необходимо учитывать при обработке, чтобы в результате их влияния не возникали различные погрешности формы цилиндрической формы, такие как конусообразность, бочкообразность, седлообразность, изогнутость, овальность, огранка. Эти погрешности могут привести к некачественному изготовлению детали и невозможности использовать ее по назначению.

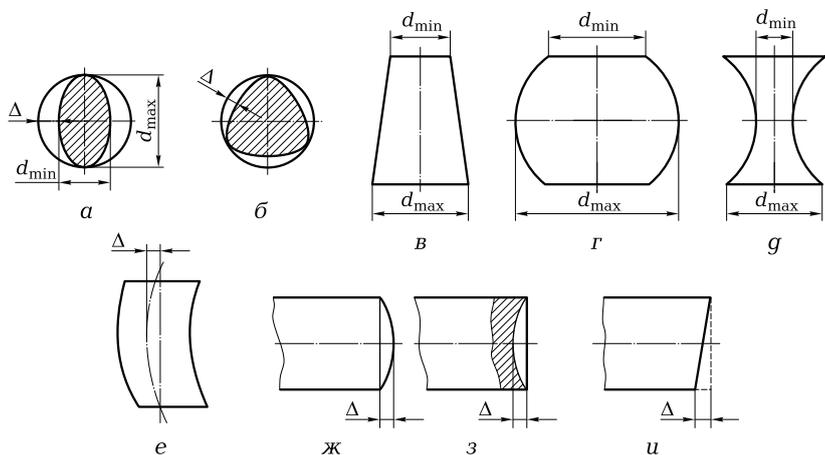


Рис. 4.1. Основные виды погрешностей формы наружных цилиндрических и торцовых поверхностей:

a — овальность; *б* — огранка; *в* — конусность; *г* — бочкообразность; *г* — седлообразность; *e* — отклонение от прямолинейности оси в пространстве; *ж* — выпуклость; *з* — вогнутость; *u* — неперпендикулярность торца оси цилиндрической поверхности; Δ — величина отклонения от требуемого расположения; d_{\min} — наименьший диаметр; d_{\max} — наибольший диаметр

К плоским торцевым поверхностям и уступам предъявляются следующие основные требования:

- плоскостность, т. е. отсутствие выпуклости или вогнутости;
- перпендикулярность оси;
- параллельность плоскостей уступов или торцов между собой.

Основные виды возможных погрешностей формы цилиндрических и торцовых поверхностей указаны на рис. 4.1.

Допускаемые отклонения формы и расположения поверхностей указываются на чертежах деталей условными обозначениями или текстом в соответствии с Единой системой конструкторской документации (ЕСКД).

4.2. СПОСОБЫ УСТАНОВКИ И ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЗАГОТОВОК ПРИ ОБРАБОТКЕ

Установка заготовок в патронах. Производится при обработке деталей небольшой длины. Наиболее часто используются трехлачковые самоцентрирующие и цанговые патроны.

Универсальный трехкулачковый самоцентрирующий токарный патрон (см. рис. 3.1) имеет три кулачка, которые одновременно сходятся к центру или расходятся от него, закрепляя или освобождая заготовку. Кулачки обеспечивают точное центрирование заготовки (совпадение оси заготовки с осью вращения шпинделя).

Рабочие поверхности кулачков самоцентрирующего патрона изнашиваются неравномерно, поэтому их периодически растачивают или шлифуют. Рекомендуется на рабочем месте токаря иметь два трехкулачковых патрона: один для обдирочных работ, второй с незакаленными кулачками — для чистовых. Незакаленные кулачки перед обработкой партии деталей повышенной точности растачивают на диаметр, соответствующий диаметру зажимаемой поверхности.

Заготовки больших диаметров закрепляют в обратных кулачках, в этом случае уступы кулачков создают надежный упор заготовке. На пазах корпуса патрона и на кулачках нанесены цифры 1, 2, 3 (или накернено соответствующее количество точек). При сборке патрона кулачки вставляют в пазы поочередно в порядке возрастания цифр. На некоторых токарных станках патроны закрепляются на резьбовом конце шпинделя при помощи планшайбы с резьбой. Запрещается навинчивание и свинчивание патрона во время вращения шпинделя. При навинчивании и свинчивании под патрон подкладывают деревянный брус, высота которого обеспечивает совпадение патрона с резьбой шпинделя. Резьбовой конец шпинделя перед навинчиванием на него патрона протирают и смазывают, а резьбу в центральном отверстии планшайбы патрона очищают проволочным очистителем и протирают.

У современных станков (мод. 16К20, 1К62 и др.) планшайба патрона центрируется по наружному конусу шпинделя и притягивается к торцу фланца шпинделя четырьмя винтами с гайками. Фланцевое закрепление патрона обеспечивает высокую точность центрирования и исключает самоотвинчивание. При закреплении заготовки в патроне не допускается использование удлинителя на рукоятку ключа. Заготовку закрепляют и освобождают поворотом ключа, причем рукоятка его захватывается обеими руками. Запрещается **оставлять ключ в патроне**, так как это может стать причиной травмы.

Токарный патрон периодически разбирают для очистки и смазки. При хранении в инструментальной тумбочке кулачки патрона должны быть сведены к центру, а центральное отверстие закрыто пробкой из пенопласта или ветошью.

Недостатком крепления заготовок в патроне является потеря точности центрирования при перезакреплении заготовки для обработки с другой стороны.

Самоцентрирующий цанговый патрон (см. рис. 3.4) служит для закрепления заготовок по предварительно обработанной наружной поверхности и для закрепления прутковых материалов.

Если после закрепления в трехлапчатом или в цанговом патронах заготовка «бьет», то биение устраняют поворотом и перезакреплением заготовки. После устранения биения окончательно зажимают заготовку.

Установка и закрепление заготовок в центрах. Если необходимо обработать деталь с высокой степенью соосности левой и правой сторон, то используются центры (см. рис. 3.6). При этом способе точность центрирования заготовки при перезакреплении не теряется. Это важно при обработке валов, которые устанавливаются в подшипники, так как в процессе работы в механизме не должно быть биения. Недостатком является невысокая жесткость системы СПИЗ (станок — приспособление — инструмент — заготовка).

Заготовки валов обычно сначала центруют, а затем обрабатывают с установкой коническими поверхностями торцовых центровых отверстий на центры станка. Передний центр закрепляется в шпинделе, а задний — в пиноли задней бабки. Передний центр вращается вместе с заготовкой, а задний центр неподвижен, поэтому между заготовкой и задним центром возникает трение. Для уменьшения трения в цилиндрическую часть центрального отверстия заготовки со стороны задней бабки вводят густую смазку (технический вазелин), которая от нагрева размягчается, попадает на рабочий конус центра и смазывает его.

Центровые отверстия стандартизованы.

Обычный (жесткий) центр состоит из рабочего конуса с углом 60° (а для тяжелых станков 70° или 90°) и хвостовика, выполненного по стандартному конусу Морзе (№ 2, 3, 4, 5, 6). Угол уклона конуса хвостовика $1^\circ 26'$. Для тяжелых станков хвостовик центра имеет метрический конус M60, M100 или M120 с углом уклона $1^\circ 30'$. Жесткий задний центр применяют при сравнительно невысокой частоте вращения шпинделя (до 150 мин^{-1}). Работа с высокой частотой вращения вызывает необходимость в применении вращающегося заднего центра, рабочая часть которого установлена в подшипниках: радиально-упорных шариковых для легких работ, радиально-упорных роликовых для повышенных нагрузок (см. рис. 3.6, ж).

Поводковые устройства. Для передачи вращения от шпинделя к заготовке, установленной в центрах, служат поводковые устройства. Простейшее из них — токарный хомутик (см. рис. 3.3).

Работа с хомутиком представляет определенную опасность: возможны случаи захвата хвостовиком хомутика одежды рабочего.

Поэтому в целях безопасности часто применяют планшайбы с защитными кожухами.

Установка заготовок в патронах с поджимом задним центром. Такой способ установки самый жесткий, обычно используется при обработке заготовок, у которых отношение длины к диаметру больше 3 при черновом точении. При перезакреплении заготовки для обработки с другой стороны точность центрирования теряется.

4.3. РЕЗЦЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ НАРУЖНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ И ТОРЦОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Наружные цилиндрические поверхности обрабатывают проходными резцами. Они бывают прямые, отогнутые, упорные (рис. 4.2).

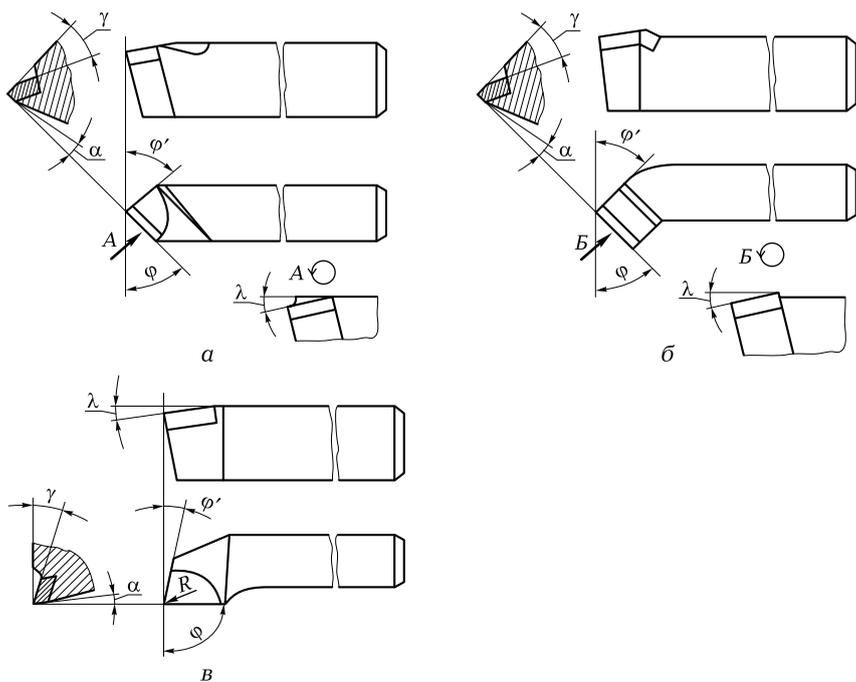


Рис. 4.2. Проходные резцы:

а — прямой; *б* — отогнутый; *в* — упорный; γ — передний угол; α — задний угол; λ — угол наклона главной режущей кромки; φ — главный угол в плане; φ' — вспомогательный угол в плане; R — радиус закругления режущей кромки

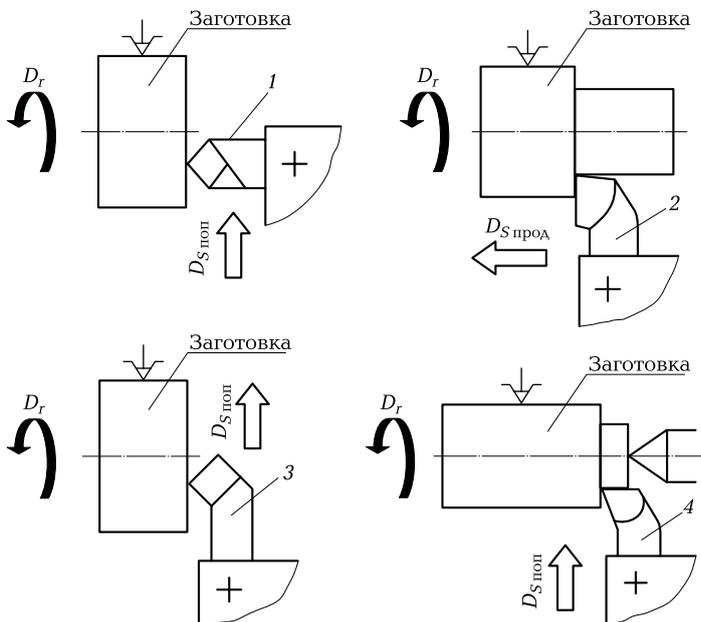


Рис. 4.3. Резцы для подрезания торцов и уступов:

1 — проходной прямой; 2 — проходной упорный; 3 — проходной отогнутый; 4 — подрезной; D_r — вращательное движение заготовки; $D_{S\text{поп}}$ — движение поперечной подачи; $D_{S\text{прод}}$ — движение продольной подачи

Проходные прямые резцы имеют угол в плане от $\varphi = 30 \dots 60^\circ$, у отогнутых $\varphi = 45^\circ$, а у упорных $\varphi = 90^\circ$.

Резцы с меньшими углами в плане используются для обработки жестких заготовок, а проходные упорные резцы с углом в плане $\varphi = 90^\circ$ используют для обработки нежестких валов, так как вызывают меньший прогиб заготовки.

Вспомогательный угол в плане φ' обычно назначают $10 \dots 45^\circ$.

Для уменьшения величины шероховатости вершину резца закругляют. Для черновой обработки $R = 0,5$ мм, для получистовой $R = 1,5 \dots 2$ мм, для чистовой $R = 2 \dots 5$ мм.

Для подрезания торцов и уступов используют проходные резцы (прямые, отогнутые, упорные) и подрезные (рис. 4.3).

Резцы могут быть изготовлены из быстрорежущей стали и оснащены твердосплавными пластинами. Резцы с механическим креплением многокромочных неперетачиваемых пластин экономичны, удобны в работе, обеспечивают надежное дробление стружки и имеют повышенную стойкость по сравнению с напаянными резцами.

Установка резцов. Резец устанавливают в резцедержателе таким образом, чтобы вершина его была расположена на уровне оси центров. Установку резца контролируют по заднему центру.

Под подошву резца помещают подкладки из мягкой стали, причем количество подкладок должно быть минимальным, а подошва резца должна опираться на подкладки всей поверхностью.

Вылет резца из резцедержателя не должен превышать полторы высоты державки, т. е. $l \leq 1,5H$. Резец закрепляют в резцедержателе не менее чем двумя болтами.

4.4. ОБРАБОТКА НАРУЖНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Обработка гладких наружных цилиндрических поверхностей производится следующим образом. Сначала определяют слой металла, который необходимо срезать с заготовки для получения деталей требуемой формы, размеров и шероховатости поверхности, затем определяют необходимое количество рабочих ходов и глубину резания, срезаемую за каждый рабочий ход. Для упрощения установки глубины резания на токарно-винторезных станках имеется устройство, называемое лимбом.

Лимб — кольцо с делениями, закрепленное на винте поперечной подачи.

При повороте лимба на одно деление резец перемещается в поперечном направлении на какую-то величину, называемую **ценой деления лимба**. Цена деления указана на лимбе. Для станков мод. 1К62, 16К20 цена деления — 0,05 мм.

Для определения количества делений лимба, на которое необходимо повернуть кольцо, чтобы установить требуемую глубину резания используют пропорцию. Например, при обработке цилиндрической поверхности устанавливаемая глубина резания — 3 мм. Цена деления лимба — 0,05 мм.

$$\begin{aligned} 1 \text{ дел.} & \text{— } 0,05 \text{ мм} \\ x \text{ дел.} & \text{— } 3 \text{ мм} \\ 0,05x & = 1 \cdot 3 \\ x & = \frac{3}{0,05} = 60 \text{ дел.} \end{aligned}$$

Между винтом поперечных салазок и его гайкой имеется небольшой зазор (люфт), поэтому, чтобы получить нужный диаметр

детали, применяют **метод пробных рабочих ходов**. Резец подводят к вращающейся заготовке до соприкосновения с обрабатываемой поверхностью, момент соприкосновения замечают по появлению на заготовке едва заметной кольцевой риски. Затем резец отводят вправо за пределы заготовки продольным перемещением суппорта. Лимбовое кольцо устанавливают в нулевое положение и поворотом рукоятки подают поперечные салазки суппорта по лимбу вперед на величину несколько меньшую, чем требуется для получения окончательного размера. После этого ручной подачей обтачивают участок поверхности на длину 3...5 мм, отводят резец вправо и измеряют размер обточенного участка.

По данным измерения уточняют, на какое расстояние требуется дополнительно подать резец вперед. Этот размер устанавливают по лимбу и вновь обтачивают пробный участок. Когда резец окончательно установлен на размер, остальные заготовки партии обрабатывают с установкой резца по лимбу без пробных рабочих ходов.

Чтобы люфт не вызывал погрешности при установке резца по лимбу, рукоятку винта вращают только по часовой стрелке вправо, предварительно сделав один оборот против часовой стрелки.

Выбор режимов резания. Одним из средств достижения высокой производительности труда при токарной обработке является выбор рациональных режимов резания. Режимы резания зависят от обрабатываемого материала и материала резца, от припуска на обработку, допускаемой шероховатости поверхности детали, жесткости заготовки и резца, способа закрепления заготовки и резца, смазочно-охлаждающей жидкости и других факторов.

Прежде всего назначают **глубину резания**. По возможности стремятся срезать весь припуск за один рабочий ход. Если жесткость заготовки недостаточна или требуется высокая точность, то обтачивание выполняют за несколько рабочих ходов. Для черного рабочего хода глубину резания обычно принимают 4...6 мм, для получистового — 2...4 мм и для чистового — 0,5...2 мм.

После назначения глубины резания выбирают **подачу**, которая зависит главным образом от допускаемой шероховатости поверхности готовой детали. Для черновых рабочих ходов принимают подачу 0,5...1,2 мм/об, а для чистовых — 0,2...0,4 мм/об. Более точно подачу выбирают с помощью справочника.

Далее определяют **допустимую скорость резания**. Основным фактором, от которого зависит скорость резания, является стойкость резца, которая характеризуется способностью выдерживать высокую температуру и сопротивляться истиранию режущей ча-

сти, что в первую очередь зависит от материала рабочей части резца. Скорость резания тоже определяют по справочнику.

Зная скорость резания и диаметр заготовки, определяют частоту вращения шпинделя станка. Фактическую частоту вращения, ближайшую меньшую к расчетной, выбирают из ряда частот вращения шпинделя, который обеспечивает коробка скоростей станка. Ряд частот вращения указан в таблице, закрепленной на станке.

Обработка ступенчатых валов. В различных видах оборудования наряду с гладкими цилиндрическими поверхностями часто используют *ступенчатые валы*, имеющие несколько участков различного диаметра и длины.

Для обработки ступенчатых валов станок налаживают с помощью пробных рабочих ходов отдельно для каждой ступени. Деления лимба, соответствующие диаметрам каждой ступени, запоминают или записывают. По этим данным ведут обработку всей партии заготовок без пробных рабочих ходов.

Токарные станки мод. 16К20, 1К62 и другие имеют лимб продольной подачи. Повороту лимба на одно деление соответствует перемещение суппорта на один миллиметр. По лимбу продольной подачи можно контролировать продольное перемещение резца и отводить резец в тот момент, когда получена нужная длина ступени.

Высокая производительность при обработке ступенчатых валов достигается правильным выбором *схемы обработки*. Наиболее производительной является такая схема обтачивания, при которой весь припуск расчленяют на участки по длине и производится обработка каждого участка полностью. Общий путь перемещения резца при этом равен сумме длин ступеней, мм (рис. 4.4, а):

$$l_{\text{сум}} = l_1 + l_2 + l_3.$$

Если жесткость заготовки не позволяет вести обтачивание с большой глубиной резания, то принимается схема расчленения припуска по глубине резания на рабочие ходы, при этом общий путь перемещения резца $l_{\text{сум}}$ составит, мм (рис. 4.4, б):

$$l_{\text{сум}} = (l_1 + l_2 + l_3) + (l_1 + l_2) + l_1 = 3l_1 + 2l_2 + l_3.$$

Работа по второй схеме менее производительна, чем по первой. Значительно упрощает процесс обработки ступенчатых валов использование *упоров*. Упор закрепляют на станине станка в требуемом положении и все заготовки, обрабатываемые при перемещении до упора, будут иметь одинаковые длины ступеней.

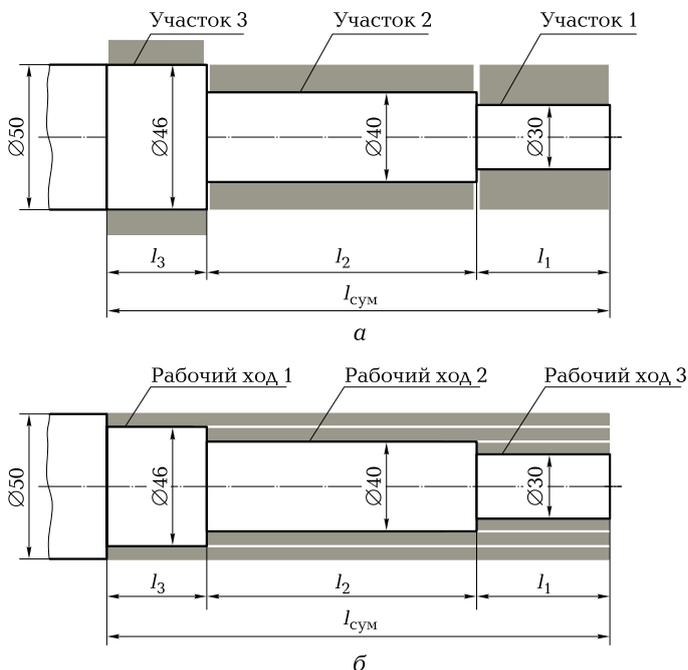


Рис. 4.4. Схема обтачивания ступенчатого вала:

а — за один рабочий ход с расчленением припуска по длине и глубине на участки;
б — за три рабочих хода с расчленением припуска по глубине; $l_1, l_2, l_3, l_{\text{сум}}$ — длины участков

При установке поперечных упоров, закрепляемых на каретке суппорта и на поперечных салазках, достигается постоянство диаметров ступеней.

4.5. ОБРАБОТКА ТОРЦЕВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ И УСТУПОВ

Заготовку закрепляют в патрон так, чтобы вылет ее был по возможности минимальным. Торцовую поверхность можно обрабатывать двумя способами:

- **с подачей по направлению к центру** упорным резцом при срезании достаточно большого припуска с установкой главной режущей кромки под небольшим углом ($5 \dots 10^\circ$) к торцовой поверхности, работу резания в этом случае выполняет вспомога-

тельная режущая кромка. Если при подрезании торца придется срезать большой припуск, то подача в направлении к центру вызывает отжимающую силу, углубляющую резец в торец, в результате чего торец может получиться вогнутым;

- **с подачей по направлению от центра.** Такой способ используют при снятии припуска небольшой величины, обычно при чистовой обработке, это позволяет исправить вогнутость торца.

Невысокие уступы подрезают проходным упорным резцом при продольной подаче, причем подрезание уступа обычно совмещают с обтачиванием наружной поверхности. Режущая кромка резца в этом случае должна располагаться перпендикулярно оси заготовки, что контролируют угольником.

При подрезании торцевой поверхности с установкой заготовки в патроне и поджатии задним центром рекомендуется использовать срезанный центр, так как использование этого центра позволит обработать торцевую поверхность полностью, в отличие от того, что может получиться при использовании обычного жесткого центра.

4.6. ВЫТАЧИВАНИЕ КАНАВОК И ОТРЕЗАНИЕ

Многие детали, используемые в механизмах, имеют канавки. Назначение их различно, например, при нарезании резьбы резцами канавка необходима для выхода резьбового резца, в канавках устанавливаются стопорные кольца и т. д.

В процессе изготовления детали часто приходится отрезать обработанную часть от прутка или разрезать заготовку на части.

При вытачивании канавок и отрезании используют прорезные (канавочные) и отрезные резцы. Эти резцы отличаются от проходных по конструкции.

Особенности геометрии и конструкции прорезных и отрезных резцов. На рабочей части прорезного и отрезного резца имеются режущая кромка и две вспомогательные кромки, причем каждая вспомогательная кромка расположена по отношению к направлению поперечной подачи под небольшим вспомогательным углом в плане $\varphi' = 1 \dots 3^\circ$ и, кроме того, головка резца сужается к подошве под углом $\alpha_6 = 1 \dots 3^\circ$. Это уменьшает трение вспомогательных задних поверхностей резца о стенки прорезаемой канавки (рис. 4.5, а). Отрезные резцы отличаются от прорезных большей длиной головки.

С целью повышения прочности головки резца применяют усиленные конструкции отрезных резцов: с увеличенной высотой го-

ловки — так называемый петушок (рис. 4.5, б) и с расположением режущей кромки на уровне оси державки (рис. 4.5, в). Ширина режущей кромки отрезного резца зависит от диаметра обрабатываемой заготовки и составляет 3...8 мм.

При выгачивании канавок и отрезании необходимо выполнять следующие правила:

- режущую кромку резца устанавливать точно по оси центров станка, если она будет располагаться ниже оси центров, то при приближении резца к оси на отрезаемой детали образуется стерженок. При установке ее выше оси центров, резец, приближаясь к оси заготовки, может упереться задней поверхностью в остающийся стерженок;
- державку прямого отрезного резца устанавливать строго перпендикулярно оси заготовки, чтобы боковая поверхность головки резца не терлась о стенки прорезаемой канавки;
- отрезание выполнять ближе к кулачкам патрона, расстояние места отрезания от кулачков патрона должно быть 3...5 мм. С целью предотвращения забивания прорезаемой канавки стружкой и облегчения процесса резания отрезание или прорезание следует выполнять «вразбивку» с продольным перемещением резца на 1...2 мм в обе стороны.

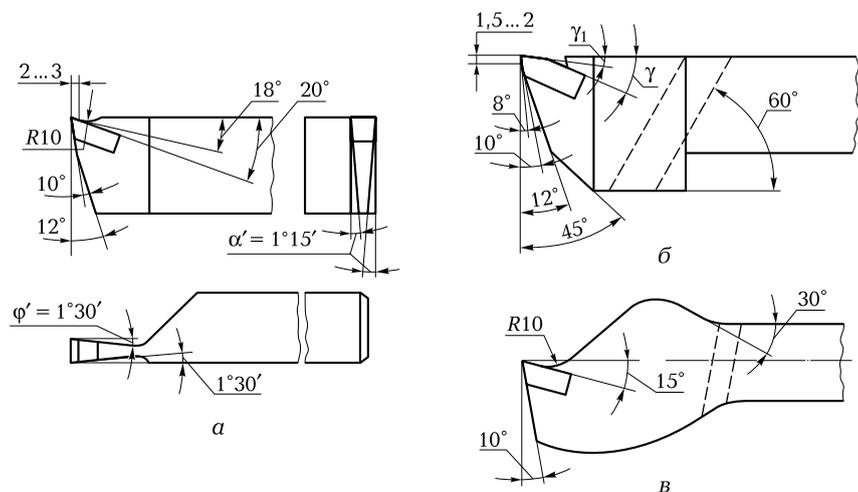


Рис. 4.5. Канавочные и отрезные резцы:

а — канавочный резец; *б* — усиленный отрезной резец с увеличенной головкой; *в* — усиленный отрезной резец с расположением режущей кромки на уровне оси державки; α' — вспомогательный задний угол; R — радиус; ϕ' — вспомогательный угол в плане; γ — передний угол; γ_1 — угол заточки фаски пластины

При отрезании заготовок большого диаметра резец не следует доводить до оси заготовки, так как под действием собственной массы часть заготовки может начать отламываться раньше, чем режущая кромка дойдет до оси и возможно защемление резца в прорезанной канавке. Нужно производить отрезание так, чтобы резец не доходил на 2...3 мм до оси, а затем, остановив станок, отломить отрезаемую часть.

Отрезание заготовок небольшого диаметра, когда к торцу изготавливаемой детали предъявляются невысокие требования, производится отрезным резцом со скошенной режущей кромкой.

Тяжелые отрезные работы (при большом диаметре заготовки, твердом материале) целесообразно выполнять обратным вращением шпинделя изогнутым резцом, режущая кромка которого расположена снизу.

Для ускорения процесса отрезания заготовок от прутка и получения заданной длины рекомендуется выдвигать пруток до соприкосновения с откидным упором, закрепленным в задней бабке или резцедержателе.

Режимы резания при отрезании. Подача при отрезании принимается меньшей, чем при наружном точении или подрезании торцевой поверхности. Так, при отрезании заготовок (деталей) диаметром до 60 мм рекомендуется подача 0,1...0,15 мм/об, при больших диаметрах — до 0,3 мм/об. Скорость резания при отрезании на 15...20 % меньше, чем при наружном точении.

В прорезаемой канавке возникает значительное трение между поверхностями резца и детали, поэтому при отрезании стальных деталей необходимо использовать смазочно-охлаждающие жидкости. Наиболее часто применяют в этом случае минеральное масло или жидкость «Аквол-2».

4.7. КОНТРОЛЬ ДЕТАЛЕЙ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ И ТОРЦЕВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Наиболее распространенными инструментами для контроля диаметров цилиндрических поверхностей являются штангенциркули ШЦ-I (с точностью измерения до 0,1 мм) и ШЦ-II (с точностью измерения до 0,05 мм).

Если требуется установить размер с более высокой степенью точности, то используют микрометр, который позволяет определить точность размера до 0,01 мм.

При изготовлении больших партий деталей в условиях серийного производства контроль диаметров выполняют предельными калибрами-скобами, имеющими две пары выступов, соответствующих наибольшему и наименьшему предельным размерам. Деталь считается годной, если проходная часть скобы находит на измеряемую поверхность, а через непроходную часть деталь не проходит.

Контроль глин ступенчатых валов производят штангенциркулем с выдвижным глубиномером (типа ШЦ-I), штангенглубиномером, линейкой или шаблоном.

Контроль плоскости торца после подрезания проверяют прикладыванием к нему ребра линейки или угольника, если между поверхностями торца и линейки нет зазора, то торцовая поверхность обработана правильно.

Перпендикулярность торца к наружной поверхности определяют угольником.

Контроль глубины канавок осуществляют глубиномером штангенциркуля ШЦ-I.

При obtачивании наружных цилиндрических поверхностей и подрезании торцов могут возникнуть различные **дефекты**:

- *часть поверхности осталась необработанной* — дефект может возникнуть из-за биения заготовки, недостаточной величины припуска, смещения центровых отверстий;
- *несоответствие диаметров обточенных поверхностей, указанным на чертеже*, может произойти из-за неправильной установки глубины резания в результате ошибок измерения при снятии пробной стружки или из-за того, что не был выбран люфт при установке размера с помощью лимба;
- *не выдержаны линейные размеры обработанных поверхностей* — дефект возникает из-за неправильной установки упора или разного положения заготовок в патроне;
- *неперпендикулярность торцовой поверхности оси детали* может возникнуть по различным причинам: в результате большого вылета резца из резцедержателя, из-за отжима резца в результате люфта в направляющих поперечных салазок суппорта, вследствие большого припуска;
- *конусность* — возникает в результате несовпадения осей центров, установленных в шпиндель и пиноль задней бабки, перекоса заднего центра в результате загрязнения конического отверстия в пиноли, износа центрального отверстия, ненадежного закрепления резца;
- *овальность* возникает в результате биения шпинделя или плохого закрепления заготовки;

- *бочкообразность* возникает в результате прогиба заготовки под действием отжимающих усилий или износа направляющих станины;
- *седлообразность* возникает в результате ненадежного крепления резца в резцедержателе или износа направляющих около передней бабки;
- *повышенная шероховатость обработанной поверхности* возникает из-за затупления резца, плохой обрабатываемости материала заготовки, установки резца не по центру, неправильного выбора режимов резания.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие требования предъявляются к цилиндрическим поверхностям?
2. Какие способы закрепления заготовок используются при обработке цилиндрических поверхностей?
3. Какой из способов закрепления позволяет обработать заготовку более точно?
4. Какие элементы режимов резания устанавливаются на станке при обработке цилиндрической поверхности и в какой последовательности?
5. С какой целью используется лимб поперечной подачи?
6. Что понимается под ценой деления лимба?
7. Какими видами резцов обрабатывают цилиндрическую поверхность?
8. В чем заключается преимущество использования резцов с механическим креплением пластин из твердого сплава?
9. Какие дефекты могут возникнуть при обработке цилиндрических поверхностей и каковы причины их возникновения?
10. Каким инструментом контролируют диаметры и длины ступеней валов?
11. Что можно проконтролировать с помощью калибр-скобы?
12. С помощью какого приспособления ускоряют процесс обработки ступенчатого вала?
13. Какие требования предъявляются к торцовой поверхности?
14. Какой центр желательнее устанавливать в заднюю бабку при обработке торцовой поверхности?
15. Какой вылет должен быть у заготовки при подрезании торцовой поверхности, если она закреплена в патроне?
16. Какие резцы используются для подрезания торцовой поверхности?
17. Почему рекомендуют устанавливать державку отрезного резца строго перпендикулярно оси заготовки?

ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОТВЕРСТИЙ

5.1. СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЙ

Во многих деталях машин имеются отверстия, которые необходимы для соединения валов с зубчатыми колесами, шкивами, подшипниками, для соединения деталей болтами, винтами, шпильками и т.д. На токарных станках отверстия могут обрабатываться сверлением, зенкерованием, растачиванием, развертыванием.

Выбор способа обработки отверстия зависит от того, для каких целей оно предназначено. Конструктор на чертеже указывает точность обработки и шероховатость поверхности соответственно назначению детали с отверстием. Цилиндрические отверстия бывают гладкие, ступенчатые, с канавкой. Отверстия могут быть также сквозными или глухими.

В табл. 5.1 указана точность обработки и шероховатость поверхности, получаемые при обработке отверстий различными способами.

Таблица 5.1. Точность и шероховатость поверхности, получаемые при обработке отверстий различными способами

№ п/п	Вид обработки	Шероховатость поверхности	Точность обработки
		Значения параметра Ra , мкм	Квалитет
1	Сверление	12,5... 25	До 12
2	Рассверливание	12,5	10... 11
3	Зенкерование	6,3	8,9
4	Растачивание	3,2	8,9
5	Развертывание	До 1,6	7,8

5.2. СВЕРЛЕНИЕ И РАССВЕРЛИВАНИЕ

Сверление — основной технологический способ образования отверстий в сплошном материале обрабатываемой заготовки. Сверление не позволяет получить высокую точность обработки и поверхность отверстия высокого качества. Просверленные отверстия не имеют правильной формы, в поперечном сечении возникает овальность, а в продольном — конусность. Точность обработки и шероховатость поверхности при сверлении указаны в табл. 5.1.

Для получения более точных отверстий и для уменьшения увода сверла от оси детали используют **рассверливание**, т.е. сверление отверстий за несколько приемов.

Наиболее распространенным инструментом при сверлении является спиральное сверло (рис. 5.1). Сверло состоит из рабочей части, шейки и хвостовика. Торец рабочей части, на котором расположены две режущие кромки, называется *режущей частью*. Угол между режущими кромками — 2ϕ (угол при вершине). Этот угол зависит от обрабатываемого материала. Значения угла 2ϕ указаны в табл. 5.2.

Задние углы сверла указаны в табл. 5.3.

На рабочей части сверла имеется два спиральных пера, связанные перемычкой. По наружной поверхности перьев прошлифованы узкие направляющие *ленточки*. Между перьями расположены две спиральные *канавки*. Одна из стенок канавки образует переднюю поверхность режущего клина сверла. По канавкам охлаждающая жидкость подается к режущим кромкам, а стружка выводится из отверстия.

Угол наклона винтовых канавок к оси сверла $\omega = 20 \dots 30^\circ$. Торцы перьев, выходящие на режущую часть, называются *затылками*. На пересечении затылков с перемычкой образуется попереч-

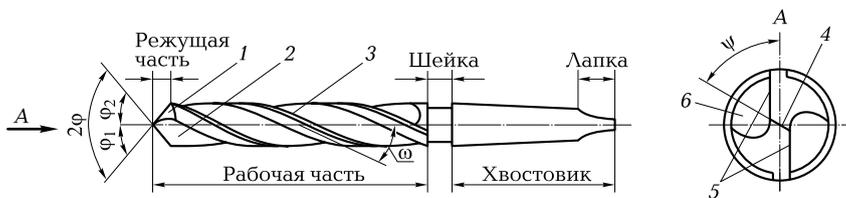


Рис. 5.1. Части и элементы спирального сверла:

1 — задняя поверхность; 2 — передняя поверхность; 3 — ленточка; 4 — перемычка; 5 — режущие кромки; 6 — канавка; ϕ_1 , ϕ_2 , 2ϕ — углы при вершине сверла; ψ — угол наклона поперечной режущей кромки; ω — угол наклона винтовой канавки

Таблица 5.2. Значения угла 2φ в зависимости от обрабатываемого материала

Обрабатываемый материал	Значения угла 2φ , ...°
Сталь, чугун	116...118
Твердый чугун и коррозионно-стойкая сталь	135
Легкие сплавы	90
Пластмассы	50
Медь	125

Таблица 5.3. Задние углы сверла

Диаметр сверла, мм	От 0,25 до 15	Св. 15 до 30	Св. 30 до 80
Задний угол α , ...°	14...11	12...9	11...8

ная кромка, которая расположена под углом $\psi = 55^\circ$ к режущим кромкам. Хвостовик сверла служит для закрепления его в пиноли задней бабки или в специальной державке суппорта. Хвостовик может иметь коническую или цилиндрическую форму. Конические хвостовики выполняются по стандарту (конус Морзе № 1, 2, 3, 4, 5 с углом уклона конуса $1^\circ 26'$). Конус хвостовика обеспечивает надежное центрирование сверла и удерживание его от проворачивания. Если конус хвостовика сверла отличается по размеру (номеру) от конусного отверстия пиноли задней бабки или державки, то применяют *переходные втулки*.

Рабочая часть сверла изготавливается из инструментальной стали, а шейка и хвостовик — из конструкционной; обе части соединены сваркой. Мелкие сверла обычно выполняются цельными.

Сверла с цилиндрическими хвостовиками закрепляют в пиноли или в державке при помощи сверлильного патрона.

Отверстия в твердых материалах целесообразно сверлить сверлами, оснащенными *твердосплавной впаивной пластиной* или *твердосплавной припаянной спиральной коронкой*. Твердосплавные сверла диаметром до 8 мм изготавливают цельными и впаивают в стальные хвостовики.

Высокую стойкость имеют сверла конструкции П. Я. Овчинникова с внутренним подводом охлаждающей жидкости. Это сверла, в которых в режущей части сверла проходят сквозные отверстия; отверстия соединяются в хвостовике, образуя центральный канал.

Через специальный патрон жидкость от насоса поступает в канал хвостовика и далее по отверстиям к режущим кромкам. Жидкость подается под давлением, активно охлаждает сверло и принудительно удаляет стружку из отверстия. Сверла Овчинникова особенно эффективны для сверления отверстий в вязких сталях.

Заточка сверл производится на специальных станках с целью улучшения режущей способности сверла и создания задних углов α . При заточке сверла затылком придают криволинейную форму.

Заточка считается выполненной правильно, если обеспечено равенство режущих кромок по длине, равенство углов φ_1 и φ_2 , постоянство углов α и угол наклона поперечной режущей кромки $\psi = 55^\circ$.

Контроль элементов режущей части сверла осуществляется комплексным шаблоном.

Для повышения производительности труда и уменьшения сопротивления резания у сверл диаметром более 12 мм подтачивают перемычку, у сверл большого диаметра производят двойную заточку задней поверхности.

Сочетание двойной заточки с подточкой перемычки значительно повышает стойкость сверла. Иногда прорезают поперечную режущую кромку, увеличивая количество режущих кромок.

5.2.1. Технология сверления

Перед началом работы проверяют совпадение вершин центров, установленных в шпиндель и в пиноль задней бабки токарного станка. Заготовку устанавливают в патрон и проверяют ее биение относительно оси вращения.

Перед тем как будет проводиться сверление, необходимо обработать торцовую поверхность, чтобы торец был перпендикулярен оси и не имел вогнутости или выпуклости.

Главным движением при сверлении является вращение заготовки.

Движение подачи — поступательное перемещение сверла, которое осуществляется вручную вращением маховика задней бабки.

Сверление с подачей сверла вручную малопродуктивно и утомительно для токаря (особенно сверление отверстий большого диаметра и глубоких отверстий). Некоторые токарные станки (например, мод. 1К62) имеют устройство для подсоединения задней бабки к каретке суппорта, в этом случае сверление выполняется с механической подачей.

Для механической подачи сверл (и других стержневых инструментов) применяют также дополнительный держатель, закрепляемый в резцедержателе станка. У станка мод. 16К20 такой держатель устанавливается в позицию резцедержателя, обозначенную символом — рисунком сверла. Совмещение оси сверла с осью шпинделя осуществляют перемещением поперечных салазок суппорта до совпадения визира с риской на каретке, также обозначенной рисунком сверла.

Отверстия большого диаметра (30 мм и более) обрабатывают последовательно двумя сверлами: вначале сверлом меньшего диаметра, затем рассверливают на больший диаметр.

Сверла с коническими хвостовиками устанавливают непосредственно в конусное отверстие пиноли задней бабки, а если размеры конусов не совпадают, то используют переходные втулки.

Для крепления сверл с цилиндрическими хвостовиками (диаметром до 16 мм) используют сверлильные кулачковые патроны. Сверло устанавливают в кулачки патрона и закрепляют ключом. После этого патрон устанавливают в пиноль задней бабки.

Заднюю бабку перемещают по станине на такое расстояние от заготовки, чтобы сверление можно было производить на требуемую глубину при минимальном выдвигании пиноли из корпуса задней бабки.

Перед началом сверления заготовка приводится во вращение включением вращения шпинделя. Сверло плавно (без удара) подводят вручную (вращением маховика задней бабки) к торцу заготовки и производят сверление на небольшую глубину (надсверливают). Затем отводят инструмент, останавливают заготовку и проверяют точность расположения отверстия. Для того чтобы сверло не сместилось, предварительно производят центрование заготовки коротким спиральным сверлом большого диаметра или специальным центровочным сверлом с углом при вершине 90° . Благодаря этому в начале сверления поперечная кромка сверла не работает, что уменьшает смещение сверла относительно оси вращения заготовки. Для замены сверла маховик задней бабки поворачивают до тех пор, пока пиноль не займет в корпусе задней бабки крайнее правое положение, в результате чего сверло выталкивается винтом из пиноли. Затем в пиноль устанавливают нужное сверло.

При сверлении отверстия, глубина которого больше его диаметра, сверло периодически выводят из обрабатываемого отверстия и очищают канавки сверла и отверстие заготовки от накопившейся стружки.

При сверлении напроход (насквозь) перед выходом сверла из заготовки скорость механической подачи уменьшают или отключают и заканчивают обработку вручную.

5.2.2. Элементы режима резания при сверлении

Глубиной резания является половина диаметра сверла. При рассверливании глубина резания — это полуразность диаметров до и после обработки, мм:

$$t_{\text{сверл}} = \frac{D}{2}; t_{\text{рассверл}} = \frac{D-d}{2}.$$

Величина подачи («подача») при сверлении — это путь сверла, пройденный за один оборот заготовки S , мм/об.

Скорость резания v , м/мин, при сверлении зависит от диаметра сверла и частоты вращения заготовки n , мин⁻¹:

$$v = \frac{\pi D_{\text{св}} n}{1000}.$$

Значения подачи и скорости резания выбирают по справочнику в зависимости от конкретных условий сверления.

Частота вращения шпинделя определяется по формуле

$$n = \frac{1000v}{\pi D_{\text{св}}}.$$

При сверлении глубоких отверстий имеется целый ряд особенностей. *Глубокими* называются отверстия, длина которых превышает диаметр в пять раз и более (сквозное осевое отверстие в шпинделе токарного станка, осевые отверстия в прокатных валках и др.). К глубоким отверстиям часто предъявляются высокие требования по прямолинейности оси, точности формы и размеров.

При глубоком сверлении сверлом обычной конструкции неизбежен «увод» сверла в сторону из-за разности радиальных усилий на режущих кромках, что может привести к «разбивке» отверстия (увеличению диаметра), хотя ось отверстия остается прямолинейной. С целью предотвращения «увода» для сверления глубоких отверстий применяют специальные однокромочные («пушечные») сверла с прямой стружечной канавкой. Такое сверло хорошо направляется в отверстия благодаря большой поверхности соприкосновения спинки сверла с обработанной поверхностью отверстия.

Охлаждающая жидкость от насоса поступает к режущей кромке через сквозной канал в сверле, охлаждает режущую кромку и принудительно удаляет стружку.

Применяют также шнековые и четырехленточные сверла, работающие с минимальным «уводом», благодаря большой поверхности соприкосновения ленточек сверла со стенками отверстия.

Важным при глубоком сверлении является периодический вывод сверла из отверстия для очистки от стружки. Сокращение времени на ввод и вывод сверла достигается применением оправки со штыковым затвором, которая позволяет быстро выводить сверло из отверстия.

5.3. ЗЕНКЕРОВАНИЕ

Зенкерование — способ обработки отверстий, обработанных сверлом, или в отливках, штамповках.

Иногда зенкерование используется при обработке торцовых поверхностей или углублений под головки винтов.

Зенкерование может быть как предварительной обработкой отверстия перед развертыванием, так и окончательной. Точность обработки и шероховатость поверхности, получаемые при зенкерации, указаны в табл. 5.1.

Зенкеры изготавливают хвостовыми цельными, хвостовыми сборными со вставными ножами, насадными цельными и насадными сборными, зенкеры выполняют из быстрорежущей стали или с пластинами из твердого сплава, напаиваемыми на корпус зенкера или корпус ножей у сборных конструкций. Хвостовые зенкеры (подобно сверлам) крепят с помощью цилиндрических или конических хвостовиков, насадные зенкеры имеют коническое посадочное отверстие (конусность 1:30) и торцовую шпонку для предохранения от проворачивания при работе.

Зенкер (рис. 5.2, а) состоит из таких частей, как рабочая часть, шейка, хвостовик и лапка. Рабочая часть зенкера состоит из режущей и калибрующей частей.

Зенкеры имеют три, четыре, иногда шесть режущих зубьев. Этим достигается лучшее по сравнению со сверлами направление в обрабатываемом отверстии, что повышает точность изготовления и уменьшает шероховатость обработанной поверхности.

Зенкеры из быстрорежущей стали изготавливают хвостовыми цельными диаметрами от 10 до 40 мм, хвостовыми сборными со

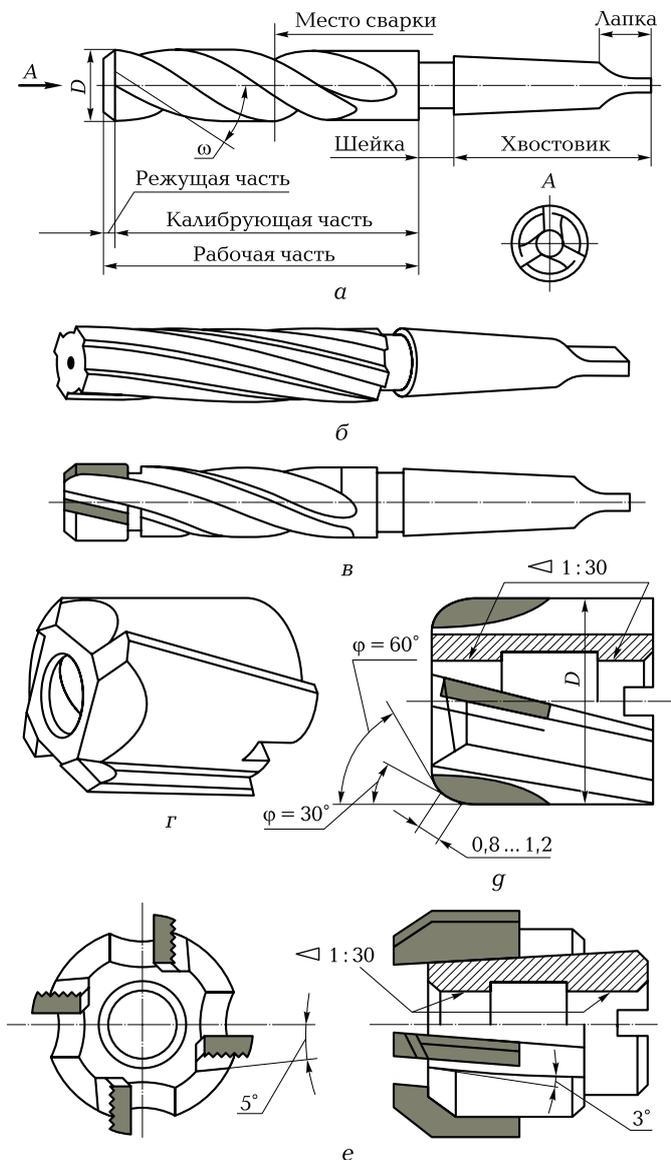


Рис. 5.2. Зенкеры:

a — цельный зенкер и его части; *б* — четырехперый цельный быстрорежущий; *в* — твердосплавный; *г* — насадной быстрорежущий; *д* — насадной твердосплавный; *е* — насадной со вставными ножами; *D* — диаметр зенкера; ω — угол наклона винтовой канавки; ϕ — угол в плане

вставными ножами диаметром 32...80 мм, насадными сборными диаметром от 40 до 120 мм.

Зенкеры, оснащенные твердосплавными пластинами, могут быть составными и сборными. Составные хвостовые зенкеры изготавливают диаметром 14...50 мм, насадные — 32...80 мм, насадные сборные зенкеры — диаметром 40...120 мм.

Угол наклона винтовой канавки для зенкеров общего назначения $\omega = 10...30^\circ$. Для твердых металлов меньшие, а для мягких — большие значения этого угла. Для чугуна угол $\omega = 0^\circ$. Для отверстий с прерывистыми стенками независимо от обрабатываемого металла $\omega = 20...30^\circ$.

Передний угол зенкеров γ выбирается по табл. 5.4.

Задний угол α зенкера на периферии равен 8...10°.

Угол при вершине ϕ выбирается по табл. 5.5.

Угол наклона режущей кромки ω для обработки стали, чугуна и бронзы равен 0°. Для усиления режущей кромки на зенкерах с пластинами из твердых сплавов угол ω делают положительным и равным 12...15°.

Ленточки вдоль края винтовой канавки на калибрующей части служат для направления зенкера. Ширина ленточки $f = 0,8...2,0$ мм. Для повышения стойкости подтачивают ленточку на длине 1,5...2 мм так же, как и у сверла.

Технология зенкерования. Зенкеры устанавливают хвостовиками в пиноль задней бабки, предварительно проверив совпаде-

Таблица 5.4. Передние углы зенкеров

Обрабатываемый металл	γ, \dots°
Мягкая сталь	15...20
Сталь средней твердости, стальное литье	8...12
Твердая сталь, твердый чугун	0...5
Чугун средней твердости	6...8
Алюминий, латунь	25...30

Таблица 5.5. Угол режущей части (заборного конуса) зенкера

Обрабатываемый металл	ϕ, \dots°
Сталь	60
Чугун	45...60

ние осей шпинделя и задней бабки. Главным движением является вращение заготовки, движением подачи — поступательное перемещение зенкера, оно осуществляется перемещением задней бабки так же, как и при сверлении. Для повышения точности зенкерования рекомендуется предварительно расточить отверстие резцом до диаметра, равного диаметру зенкера, на глубину, примерно равную половине длины рабочей части зенкера.

Припуск на зенкерование 0,5... 2 мм на сторону.

Элементы режимов резания при зенкеровании. Глубина резания, мм, определяется по формуле

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

где D — окончательный диаметр отверстия; d — первоначальный диаметр отверстия, мм.

Подача при зенкеровании S , мм/об:

- для зенкеров из быстрорежущей стали $S = 0,3 \dots 1,2$ мм/об;
- для зенкеров, оснащенных пластинами из твердого сплава, $S = 0,4 \dots 1,5$ мм/об.

Скорость резания соответственно $v = 20 \dots 35$ м/мин и $60 \dots 200$ м/мин.

Частоту вращения шпинделя n , мин⁻¹, определяют по формуле

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

5.4. РАСТАЧИВАНИЕ

Растачивание применяют при обработке внутренних цилиндрических отверстий больших диаметров, если диаметр отверстия превышает диаметр стандартных сверл или зенкеров, при обработке отверстий с неравномерным припуском или с непрямолинейной образующей в отливках или штамповках, для исправления положения оси предварительно просверленного отверстия. Растачивание является наиболее универсальным способом обработки отверстий, не требующим специальных инструментов.

Точность обработки и шероховатость поверхности при растачивании указаны в табл. 5.1.

При растачивании резец находится в более тяжелых условиях, чем при наружном продольном точении, так как ухудшаются условия для отвода стружки и теплоты и подвода смазочно-охлаждающей жидкости.

Расточный резец имеет меньшее сечение державки и больший вылет, что вызывает отжим резца и способствует возникновению вибраций; поэтому при растачивании, как правило, снимается меньший слой металла и снижается скорость резания.

Расточные резцы бывают проходные для сквозных отверстий и упорные для глухих отверстий (рис. 5.3).

Чтобы головка резца вписывалась в обрабатываемое отверстие, задний угол расточного резца принимается большим, чем у резца для наружного точения ($\alpha = 12 \dots 16^\circ$).

Расточные державки. Отверстия диаметром 60...100 мм и более обычно растачивают расточными резцами, которые закрепляют в державке. Получила распространение конструкция универсальной расточной державки с регулируемым вылетом, кото-

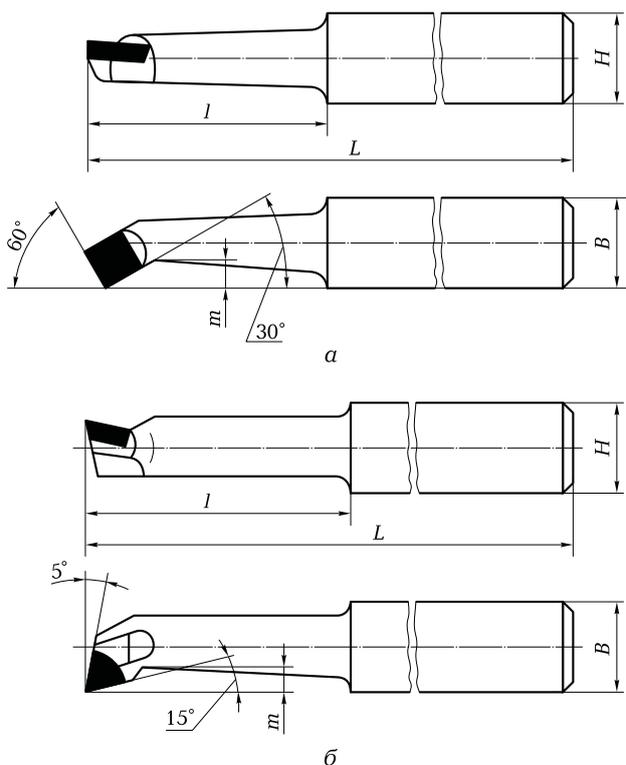


Рис. 5.3. Расточные резцы:

a — для сквозных отверстий; *б* — для глухих отверстий; *l* — вылет вершины резца относительно державки; *L* — длина резца; *H* — высота резца; *B* — ширина резца; *m* — расстояние от режущей кромки до державки резца

рую закрепляют в держателе, установленном в резцедержателе суппорта.

Расточные пластины. Расточная пластина (нож) имеет размер, равный диаметру растачиваемого отверстия. Пластина обеспечивает получение отверстия правильной цилиндрической формы за один рабочий ход, так как действующие с двух сторон усилия взаимно уравниваются. Расточные пластины бывают цельные из быстрорежущей стали и напаяные, оснащенные пластинами из твердого сплава. Расточную пластину закрепляют в пазу расточной державки.

Технология растачивания. Расточные резцы закрепляют в резцедержателе параллельно оси заготовки. При черновом растачивании отверстий резец устанавливают по центру детали или ниже центра на 1...1,5 мм, что приводит к увеличению переднего угла γ . При этом улучшаются условия резания, уменьшается степень усадки стружки и возможность возникновения вибраций.

При чистовом растачивании резец устанавливают по центру детали или выше центра на 0,5...1 мм.

Припуски на чистовое растачивание устанавливают в зависимости от диаметра растачиваемого отверстия.

Диаметр отверстия, мм	Припуск на диаметр, мм
18...30	0,7
30...50	1,0
50...80	1,2
80...100	1,5
100...200	2,0

Для получения заданной глубины растачиваемого отверстия применяют различные приемы: используют лимб продольной подачи, на резце наносят риску или закрепляют в резцедержателе металлическую планку (плоский упор), вылет который равен вылету резца за вычетом глубины отверстия. Когда планка подойдет к заготовке на расстояние 2...3 мм, автоматическую подачу выключают и суппорт подают вручную до соприкосновения планки с заготовкой: это значит, что растачивание выполнено на заданную глубину. Упором может служить также державка с роликом (роликовый упор). Точность диаметра растачиваемого отверстия обеспечивается, так же, как и при наружном точении: пробными проходами с замером штангенциркулем, настройкой по лимбу поперечной подачи, по линейке поперечных салазок суппорта, по поперечному упору.

Вытачивание канавок в отверстиях осуществляют прорезными расточными резцами при наличии поперечной подачи. Канавки вытачивают после предварительной и окончательной обработки отверстия. Геометрия рабочей части прорезного резца для прямоугольных канавок такая же, как и у прорезных наружных резцов.

Резцы для внутренних канавок бывают цельные и вставные (державочные). При вытачивании канавки токарю не видна зона обработки, поэтому необходимо пользоваться лимбами и упорами. Широкую внутреннюю канавку обрабатывают последовательным врезанием на глубину канавки поперечной подачей и зачисткой дна канавки продольной подачей.

Подрезание внутренних торцов и уступов. Внутренние торцы и уступы подрезают расточным упорным резцом при подаче к центру. Для этого расточный резец должен иметь главный угол в плане ϕ более 90° (например, 95°), тогда при подрезании торца (дна) отверстия фактически главный угол в плане ϕ составит 5° . Точность осевых размеров ступенчатого отверстия при растачивании выдерживают с помощью лимба продольной подачи или упора с длиноограничителями, как при обработке ступенчатых валов.

Элементы режимов резания. Для определения глубины резания при растачивании используют ту же формулу, что и при зенкерованиях.

Величину *подачи* определяют по справочнику.

Скорость резания определяют по таблицам для наружного точения и затем умножают на коэффициент $K = 0,8$, так как условия резания более тяжелые.

Частоту вращения шпинделя, n, мин, определяют по формуле, используя найденную величину скорости резания:

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

5.5. РАЗВЕРТЫВАНИЕ

Развертыванием осуществляют окончательную обработку отверстий. Отверстия получают высокой точности, правильной формы и с малой высотой микронеровностей. Точность и шероховатость поверхности, получаемые после обработки разверткой, указаны в табл. 5.1. Отверстия диаметром до 10 мм развертывают после сверления, а свыше 10 мм после сверления и зенкерования или сверления и растачивания. Развертки делятся на машинные и

ручные, цельные и сборные, регулируемые и нерегулируемые. Они бывают цилиндрическими или коническими, с хвостовиками или насадные. Машинные развертки (рис. 5.4) отличаются от ручных более короткой рабочей частью, у машинных разверток хвостовик конической формы, а у ручных — цилиндрической с квадратом под вороток.

Развертка состоит из рабочей части шейки и хвостовика. На рабочей части развертки различают следующие элементы:

- направляющий конус, облегчающий ввод развертки в отверстие, режущую часть и калибрующую часть;

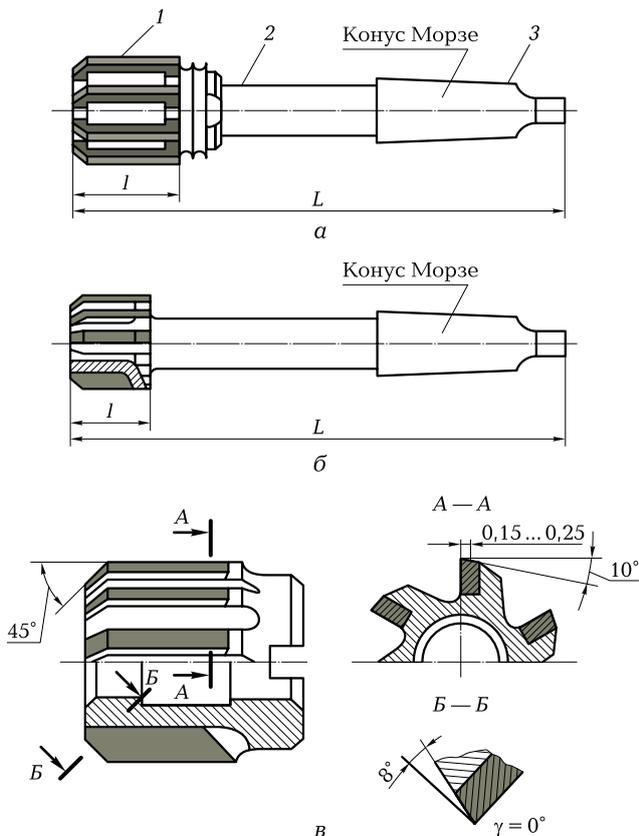


Рис. 5.4. Машинные развертки:

a — хвостовая регулируемая со вставными ножами; *б* — хвостовая твердосплавная; *в* — насадная твердосплавная; *1* — рабочая часть; *2* — шейка; *3* — хвостовик; *l* — длина рабочей части; *L* — общая длина развертки; γ — передний угол

- *режущая часть* имеет остро заточенные зубья и выполняет работу резания. Главный угол в плане 2φ составляет $4 \dots 12^\circ$ для обработки чугуна и $15 \dots 30^\circ$ для обработки стали (при развертывании сквозных отверстий);
- *калибрующая часть* — цилиндрический участок развертки, служащий для направления развертки в отверстия и для его калибрования. Зубья на этом участке имеют узкие шлифованные ленточки шириной $0,05 \dots 0,2$ мм. Диаметр развертки, измеренный по ленточкам противоположащих зубьев, соответствует диаметру обрабатываемого отверстия. Для облегчения вывода развертки из отверстия на калибрующей части по ленточкам шлифуется обратный конус: диаметр уменьшается в сторону хвостовика на $0,04 \dots 0,08$ мм.

Геометрия зуба развертки показана на рис. 5.4, в. Угловой шаг между зубьями развертки делается неравномерным, при этом противоположащие зубья должны располагаться на одной прямой, проходящей через центр, что важно для контроля развертки. Неравномерность углового шага способствует получению отверстия без огранки.

5.5.1. Технология развертываний

При развертывании необходимо особое внимание уделять тому, чтобы развертка с самого начала не перекашивалась и сохраняла прямолинейное направление в отверстиях.

Перед развертыванием отверстие и развертку очищают от грязи, стружки и протирают. Высокое качество обработки обеспечивают развертки со спиральными (винтовыми) канавками. Левые винтовые канавки при правом вращении развертки (по часовой стрелке) проталкивают стружку вперед, что способствует улучшению качества сквозного отверстия, так как устраняется опасность повреждения обработанной поверхности стружкой. Развертки с правыми винтовыми канавками применяют для развертывания глухих отверстий, так как они хорошо выводят стружку из отверстия.

Если хвостовик развертки закреплен непосредственно в пиноли задней бабки, то незначительная несоосность хвостовика и рабочей части развертки, перекося пиноли или загрязнение посадочного конуса вызовут неравномерное срезание припуска: отверстие будет иметь больший диаметр у торцов и меньшей в середине отверстия. Чтобы припуск срезался равномерно, необходимо, чтобы развертка имела возможность сама точно устанавливаться направляющей частью в обрабатываемом отверстии, с этой целью рекомендуется при-

менять не жесткое, а шарнирное крепление, в этом случае развертка, войдя в отверстие, продвигается свободно по его направлению, снимая стружку одинаковой толщины со всех сторон. При обработке развертками их закрепляют в качающейся патрон.

Корпус патрона устанавливают конусным хвостовиком в пиноли, а державка, несущая развертку, связывается с корпусом шарнирно. Благодаря этому развертка может качаться во всех направлениях. Закрепленный шарик, упирающийся в подпятник, обеспечивает передачу развертке усилия подачи по оси, не уменьшая ее подвижности.

Развертыванием нельзя устранить биение или перекося отверстия, если они остались после предыдущей обработки.

В зависимости от требуемой точности, чистоты и диаметра отверстия развертывание производят одной или последовательно двумя развертками: черновой и чистовой.

Отверстие должно быть предварительно обработано на такой размер, чтобы развертка снимала лишь небольшой припуск металла. В табл. 5.6 указаны рекомендуемые припуски на диаметр под развертывание.

Для получения чистого и правильного по размерам отверстия очень важен выбор охлаждающей жидкости. При развертывании стали применяют охлаждение эмульсией или осерненным минеральным маслом (сульфофрезолом), а также растительными маслами; развертывание чугуна, бронзы и латуни производят без охлаждения.

При выборе диаметра развертки следует учитывать, что диаметр отверстия при развертывании в большинстве случаев получится несколько больше диаметра развертки (примерно до 0,02 мм, а иногда даже до 0,04 мм), так как поверхность отверстия несколько

Таблица 5.6. Припуски на диаметр под развертывание

Параметр	Диаметр отверстия, мм			
	12...18	18...30	30...50	50...75
Общий припуск на черновое и чистовое развертывание, мм	0,15	0,20	0,25	0,30
Припуск на черновое развертывание, мм	0,10...0,11	0,14	0,18	0,20...0,22
Припуск на чистовое развертывание, мм	0,04...0,05	0,06	0,07	0,08...0,10

ко разбивается. Но иногда диаметр развернутого отверстия получается меньше требуемого. Это имеет место при износе развертки, а также при развертывании отверстия в деталях из вязкого металла.

5.5.2. Элементы режимов резания при развертывании

Для определения *глубины резания* используют ту же формулу, что и для рассверливания, зенкерования отверстий.

Подачу при развертывании производят вручную, перемещением пиноли задней бабки. Подача должна быть равномерной, иначе поверхность отверстия получится недостаточно чистой, кроме того, возможна поломка развертки. Подача при развертывании вследствие незначительного размера стружки может быть взята большой. При развертывании стали (диаметр отверстия 10...50 мм) подача равна 0,5...2 мм/об, для чугуна в 1,5—2 раза больше.

Скорости резания при развертывании отверстий развертками из быстрорежущей стали в стальных, чугунных и бронзовых деталях невысокие — от 6 до 15 м/мин, при развертывании отверстий развертками, оснащенными пластинами из твердого сплава, скорость резания — 40...50 м/мин.

Более точно элементы режимов резания определяются по справочнику.

5.5.3. Дефекты, возникающие при обработке отверстий, и методы контроля отверстий

При обработке отверстий иногда возникают различные дефекты, вызываемые различными причинами, например:

- отверстие «уведено» в сторону возможно из-за неправильной заточки сверла, неперпендикулярности торцевой поверхности оси заготовки, потому что не было предварительного центрирования;
- диаметр отверстия больше требуемого может быть из-за неправильной заточки инструмента, биения шпинделя станка, установки инструмента с перекосом по отношению к отверстию и т.д.;
- диаметр отверстия меньше требуемого может быть из-за износа инструмента;
- шероховатость поверхности не соответствует требуемой из-за затупившегося инструмента, попадания стружки, завышенной подачи, недостаточного охлаждения;

- часть поверхности осталась необработанной из-за малого припуска или неравномерного его распределения;
- отклонение от круглости: овальность может возникнуть, например, из-за повышенного давления на режущие кромки, вызванного весом развертки и качающейся оправки; огранка может возникнуть при закреплении тонкостенных заготовок в трехкулачковом патроне;
- отклонения в продольном сечении, например, конусность может возникнуть при несовпадении оси отверстия и оси инструмента, из-за смещения задней бабки в поперечном направлении и т. д.

При обработке постоянно производится контроль отверстий. Для контроля используются различные измерительные инструменты.

Контроль отверстий. Обработанные отверстия проверяют различными видами контрольно-измерительных инструментов. Выбор инструмента определяется типом производства и точностью, с которой должно быть обработано отверстие.

При единичном и мелкосерийном типах производства диаметры отверстий, выполненных с невысокой степенью точности, контролируют штангенциркулем ШЦ-I с точностью до 0,1 мм и штангенциркулем ШЦ-II с точностью до 0,05 мм. При измерении штангенциркулем ШЦ-II необходимо помнить о том, что к полученному размеру A нужно прибавить толщину губок:

$$D = A + 2b,$$

где b — толщина губок.

Отверстия, обработанные с высокими требованиями к точности, контролируются микрометрическим нутромером. Глубокие отверстия большого диаметра контролируют индикаторным нутромером, который предварительно настраивают на размер по эталонному кольцу или по микрометру.

Индикатор показывает отклонение от установленного размера с точностью до 0,01 мм.

Диаметр выточки контролируют штангенциркулем со специальными губками или кронциркулем.

В массовом и крупносерийном производстве отверстия контролируют калибр-пробками.

С помощью этих калибров можно установить годность размера. Размеры цилиндрических поверхностей калибр-пробок соответствуют наименьшему предельному диаметру отверстия (проходная часть, обозначаемая ПР) и наибольшему предельному диаметру отверстия (непроходная часть, обозначаемая НЕ).

Размер считается годным, если калибр-пробка ПР проходит в отверстие, калибр-пробка НЕ не проходит.

Для контроля отверстий диаметром более 100 мм используются неполные калибр-пробки, они односторонние.

Для контроля отверстий по глубине используют штангенциркуль ШЦ-I с линейкой глубиномера, штангенглубиномер с отсчетом по нониусу 0,05 мм, шаблоны.

Для более точного измерения — микрометрический глубиномер с ценой деления 0,01 мм.

Ширину выточки в отверстиях контролируют штангенциркулем, шаблоном.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие способы обработки отверстий вам известны?
2. От чего зависит способ обработки отверстий?
3. В каком случае для обработки используют только сверление?
4. Чему равен угол при вершине сверла, если обрабатываются стальные или чугунные изделия?
5. Почему хвостовики сверл, зенкеров, разверток выполняются по ГОСТу?
6. В каком случае сверло считается заточенным правильно?
7. Каким образом можно повысить производительность труда при сверлении?
8. С помощью какого инструмента можно проконтролировать угол при вершине сверла и длину режущих кромок?
9. В каких случаях производится зенкерование отверстий?
10. В чем заключается преимущество использования сборных зенкеров?
11. Какими способами при растачивании достигают требуемой глубины обработки?
12. Почему задний угол у расточного резца выполняют большим, чем у резца, используемого для наружного точения?
13. С какой целью отверстие обрабатывают разверткой?
14. Чем отличается по конструкции машинная развертка от ручной?
15. С какой целью на калибрующей части развертки шлифуется обратный конус?
16. Почему угловой шаг между зубьями развертки делается неравномерным?
17. Какой из способов обработки отверстий более точный?

ТЕХНОЛОГИЯ НАРЕЗАНИЯ РЕЗЬБ

6.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РЕЗЬБАХ

Резьбовые соединения используются для разъемного соединения деталей, преобразования вращательного движения в поступательное, герметических соединений трубопроводов.

Эксплуатационные требования к резьбам зависят от их назначения. Для резьб, используемых в измерительных инструментах, главным является высокая точность, для крепежных резьб — прочность соединения, при соединении труб — герметичность.

Типовыми крепежными соединениями являются винтовое, болтовое, шпилечное.

Резьбы классифицируются по многим признакам.

По профилю нарезаемой резьбы:

- резьбы треугольного профиля — метрические, дюймовые, трубные;
- резьбы трапецеидального профиля — упорные, трапецеидальные, модульные, питчевые;
- резьбы прямоугольного профиля;
- круглые.

По форме поверхности, на которой образованы резьбы:

- цилиндрические;
- конические.

По направлению винтовой линии:

- правые резьбы — это резьбы, в которых подъем винтовой линии происходит по часовой стрелке;
- левые резьбы — это резьбы, в которых подъем винтовой линии происходит против часовой стрелки.

По количеству заходов:

- однозаходные;
- многозаходные (двухзаходные, трехзаходные и т. д.).

Основной крепежной резьбой в нашей стране является метрическая резьба.

Метрическая резьба имеет треугольный профиль с углом $\varepsilon = 60^\circ$. Вершины выступов срезаны, а дно впадин закруглено. Шаг и диаметры измеряются в миллиметрах. В зависимости от точности среднего диаметра метрическая резьба имеет четыре степени точности для винтов и четыре степени точности для гаек. В зависимости от назначения резьбы на ее элементы предусмотрены различные поля допусков: h, g, e, d — для болтов; H, G — для гаек.

Метрические резьбы делятся на резьбы с крупным шагом и мелким. У крупных резьб с увеличением диаметра увеличивается и шаг резьбы, наибольший шаг этой резьбы 6 мм. Мелкие резьбы имеют шаг, независимый от диаметра: на деталях большого диаметра может быть нарезана резьба с мелким шагом. Резьба с крупным шагом обозначается буквой М (метрическая) и цифрами (диаметром резьбы). Рядом с диаметром указывается степень точности резьбы (например, 4g, 6H). Если резьба левая, то рядом указывается: LH. Резьбы с мелким шагом обозначаются буквой М, цифрами (диаметр резьбы) и, кроме того, указывается величина шага. Например, M18 — 7h6h означает: резьба на болте; метрическая с крупным шагом; номинальный наружный диаметр — 18 мм, поле допуска среднего диаметра — 7h, поле допуска наружного диаметра — 6h, степень точности среднего диаметра — 7, степень точности наружного диаметра — 6, ряд основных отклонений — h, правая.

M12 × 1 7H 6H LH — резьба на гайке; метрическая мелким шагом, равным 1 мм, номинальный наружный диаметр — 12 мм, поле допуска среднего диаметра — 7H, поле допуска наружного диаметра — 6H, степень точности среднего диаметра — 7, степень точности наружного диаметра — 6, ряд основных отклонений — H, левая.

Основные параметры метрической резьбы указаны на рис. 6.1.

Профиль резьбы — это контур сечения резьбы в плоскости, проходящей через ее ось.

Средний диаметр d_2 резьбы — диаметр воображаемого соосного с резьбой цилиндра, образующая которого пересекает профиль резьбы в точках, где ширина канавки равна половине номинального шага резьбы, а ширина выступа равна ширине впадины.

Наружный диаметр d резьбы — диаметр воображаемого цилиндра, описанного вокруг вершин наружной резьбы или впадины внутренней резьбы. Этот диаметр для большинства резьб является номинальным.

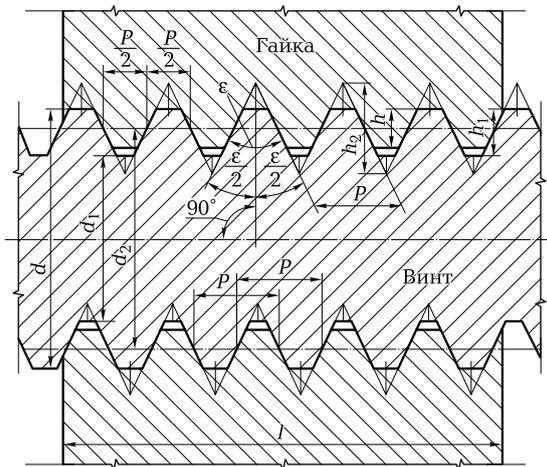


Рис. 6.1. Профиль метрической резьбы:

d — наружный диаметр наружной резьбы; d_2 — средний диаметр резьбы; d_1 — внутренний диаметр резьбы; P — шаг резьбы; h_2 — высота исходного контура; h_1 — высота профиля; h — рабочая высота профиля; ε — угол профиля; l — величина сопряжения болта и гайки

Внутренний диаметр d_1 резьбы — диаметр воображаемого цилиндра, вписанного касательно к впадинам наружной резьбы или вершинам внутренней резьбы.

Шаг резьбы P — расстояние между соседними одноименными боковыми сторонами профиля в направлении, параллельном оси резьбы. У многозаходной резьбы различают термины «шаг» и «ход».

Ходом V резьбы называется расстояние между ближайшими одноименными сторонами профиля, принадлежащими одной и той же винтовой поверхности в направлении, параллельном оси резьбы.

В однозаходной резьбе $V = P$, а в многозаходной $V = Pz$, где z — число заходов резьбы.

Угол μ подъема резьбы — угол между касательной, проведенной к винтовой линии, и плоскостью, перпендикулярной оси резьбы.

Угол ε профиля резьбы — угол между боковыми сторонами профиля, измеренный в осевом сечении. У симметричных резьб (метрические и дюймовые) каждая сторона профиля имеет угол наклона, равный $\frac{\varepsilon}{2}$.

Различают высоту H исходного профиля, образованного при продолжении боковых сторон до их пересечения; высоту h_1 профиля —

расстояние между вершиной и впадиной профиля, измеренное перпендикулярно оси резьбы; рабочую высоту h профиля — высоту соприкосновения сторон профиля наружной и внутренней резьб.

Длина l свинчивания — длина соприкосновения винтовых поверхностей наружной и внутренней резьбы в осевом направлении.

Метрические резьбы общего назначения стандартизированы и изготавливаются диаметром от 1 до 600 мм и шагом от 0,2 до 6 мм.

Дюймовая резьба встречается в старом оборудовании или в машинах, поступающих из стран, где принята дюймовая система мер (Англия, США и др.). Дюймовая резьба имеет треугольный профиль с углом $\varepsilon = 55^\circ$. Шаг дюймовой резьбы определяется количеством витков, имеющих на длине в 1", где 1" — 25,4 мм.

Образование резьбы. Резбовая поверхность (резьба) образуется одновременным вращательным и поступательным движениями какого-либо профиля относительно оси.

При нарезании резьбы на токарном станке заготовке придают вращательное движение, а инструменту — равномерное продольное перемещение, в результате этих движений образуется винтовая линия.

6.2. ИНСТРУМЕНТЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ РЕЗЬБЫ

Резьбу нарезают плашками, метчиками, резцами, резбонарезными головками, накатными головками.

Плашка представляет собой кольцо, изготовленное из инструментальной стали и имеющее такую же резьбу, для нарезания которой она предназначена. В плашке в зависимости от ее размеров просверлено 3—8 отверстий, пересекающих резьбу. На пересечении поверхности отверстий с поверхностью резьбы образуются режущие гребенки, причем благодаря фаскам гребенки имеют режущие части, которые выполняют работу резания. На цилиндрическом участке резьбы образуется калибрующая часть плашки (5—6 витков), которая калибрует резьбу по размеру и обеспечивает требуемую шероховатость поверхности резьбы (рис. 6.2).

Плашки используются с двух сторон: после износа режущей части с одной стороны плашку переворачивают в плашкодержателе и работу ведут другой стороной. На торце плашки маркируется размер нарезаемой резьбы. Величину среднего диаметра нарезаемой резьбы регулируют винтами 1, 2 плашкодержателя.

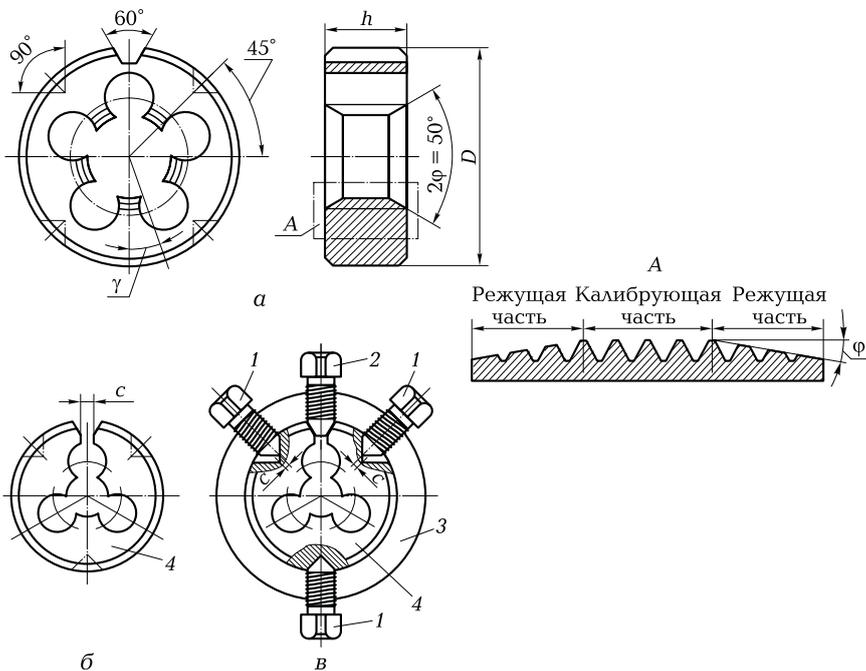


Рис. 6.2. Резьбонарезная плашка для нарезания резьбы:

a — вид плашки в плане; *б* — элементы резьбы плашки; *в* — разрезная регулируема плашка; *г* — закрепление плашки в плашкодержателе; 1 — зажимные винты; 2 — регулирующий винт; 3 — плашкодержатель; 4 — плашка; γ — передний угол; 2ϕ — угол фаски; *h* — толщина плашки; *D* — наружный диаметр плашки; *c* — прорезь регулируемой плашки

Для компенсации износа применяют регулируемые плашки с прорезью. Величину среднего диаметра нарезаемой резьбы регулируют винтами 1, 2 плашкодержателя.

Метчик представляет собой винт того же диаметра, шага и угла профиля резьбы, что и нарезаемая им резьба, изготавливается из инструментальной стали и имеет продольные стружечные канавки. На пересечениях канавок с витками резьбы образуются резьбовые гребенки (рис. 6.3).

Работа резания выполняется режущей (заборной) частью метчика, у которой высота режущих зубьев постепенно повышается. По мере ввинчивания метчика в отверстие режущая часть прорезает резьбовые канавки: каждый зуб срезает небольшую часть припуска, после прохода режущей части резьба приобретает полный профиль.

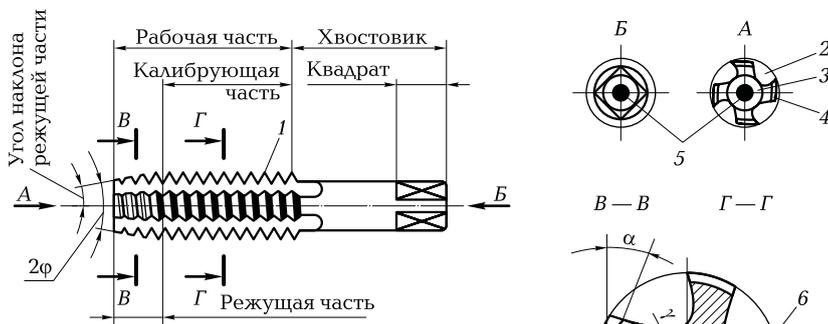


Рис. 6.3. Метчик:

1 — виток; 2 — канавка; 3 — сердцевина; 4 — режущее перо; 5 — центровое отверстие; 6 — передняя поверхность; 7 — режущая кромка; 8 — затылованная поверхность; α — задний угол; γ — передний угол; φ — угол наклона режущей части

Зубья на режущей части метчика затылованы, т. е. имеют заднюю (затылованную) поверхность, выполненную по архимедовой спирали, благодаря чему образуется задний угол α , облегчающий процесс резания. За режущей частью метчика расположена калибрующая часть, не имеющая затылования ($\alpha = 0^\circ$); она служит для направления метчика по резьбе и для зачистки (калибрования) профиля резьбы.

После затупления метчик затачивают по передним поверхностям режущих гребенков, т. е. по дну стружечной канавки. Так как на калибрующей части не имеется заднего угла, то после переточек диаметр резьбы метчика не изменяется.

По числу перьев различают трехперые и четырехперые метчики. Метчики бывают ручные (слесарные), машинные и гаечные с удлиненным хвостовиком. Ручные метчики применяют комплектом из двух или трех штук, между которыми распределяется припуск на обработку.

На каждом метчике обозначены марка стали и размер резьбы. Для отличия первого, второго и третьего метчиков комплекта на хвостовике метчика нанесено соответствующее количество кольцевых рисок.

Наряду с метчиками с прямыми канавками используют метчики со спиральными канавками, которые обладают повышенной стойкостью. При нарезании метчик ввинчивается в резьбу, после

нарезания его вывинчивают. При правом наклоне канавок облегчается вывод стружки из отверстия.

Резьбонарезные головки используются с целью получения большей производительности при обработке резьбовой поверхности и повышения ее точности.

По конструкции гребенок головки могут быть с круглыми и плоскими гребенками. Для нарезания точных резьб используются головки с радиальным расположением гребенок, для резьб с более низкими точностными требованиями используются головки с тангенциальным расположением.

Резьбонакатные плашки используются для получения резьбы методами пластической деформации.

6.3. ТЕХНОЛОГИЯ НАРЕЗАНИЯ КРЕПЕЖНЫХ РЕЗЬБ

6.3.1. Нарезание резьбы плашками

Участок детали, на котором необходимо нарезать резьбу, предварительно обрабатывают по наружному диаметру, диаметр обработанной поверхности должен быть немного меньше диаметра нарезаемой резьбы, так как в процессе нарезания металл выдавливается.

Рекомендуется необходимый размер стержня определять по справочнику, так как при слишком малом диаметре резьба получится неполного профиля, а при сильно увеличенном резьба может быть сорвана или получится нечистой, вследствие того, что плашка, срезая много металла, сминая и надрывает витки резьбы.

Для более легкого врезания плашки в металл на торце изделия снимают фаску, соответствующую высоте профиля резьбы.

Плашка может устанавливаться в ручной плашкодержатель или самовыдвижной качающийся, устанавливаемый в пиноли задней бабки.

В плашкодержателе плашку закрепляют винтами, которые входят в углубления на боковой поверхности плашки. Нарезаемую деталь устанавливают в патроне.

При нарезании резьбы плашкой, закрепленной в ручном плашкодержателе, ее подводят к заготовке, подпирая плашкодержатель торцом пиноли задней бабки. После нарезания двух-трех витков с поджимом дальнейшая подача плашки происходит самозатягиванием.

Плашкодержатель можно поджимать упором, закрепленным в резцедержателе, а рукоятку плашкодержателя упирать в планку, которая также закреплена в резцедержателе. **При работе ручным плашкодержателем следует соблюдать осторожность, чтобы рука не попала между рукояткой плашкодержателя и опорой.**

Держать плашкодержатель руками после пуска станка не разрешается, так как это может привести к травме рук или поломке инструмента.

Необходимо обратить внимание на то, чтобы боковая поверхность плашки располагалась перпендикулярно оси изделия, так как если на первых витках плашка получит перекося, то и при дальнейшем перемещении она будет перемещаться боком.

Более совершенным и безопасным методом является нарезание резьбы плашкой, установленной в самовыдвижной качающийся плашкодержатель.

Скорость резания при нарезании резьбы плашками:

- для стальных заготовок — 3... 4 м/мин;
- для чугунных заготовок — 2... 3 м/мин;
- для латунных заготовок — 10... 15 м/мин.

При нарезании резьбы плашками следует применять в значительном количестве смазочно-охлаждающую жидкость:

- для стали — эмульсию, минеральное масло, сульфозфрезол;
- для чугуна — керосин.

6.3.2. Нарезание резьбы метчиками

Внутренние резьбы диаметром до 50 мм часто нарезают метчиками (см. рис. 6.3). Перед нарезанием резьбы сначала необходимо подготовить отверстие, его получают сверлением или сверлением с растачиванием.

При работе метчик выдавливает некоторый слой металла из впадины резьбы и уменьшает диаметр отверстия, что затрудняет нарезание. Поэтому диаметр отверстия должен быть несколько больше внутреннего диаметра резьбы. Так как сталь более подвержена пластической деформации, чем чугун, отверстие под резьбу стальной заготовки выполняют большего диаметра, чем для чугунной заготовки. Диаметр отверстия под резьбу выбирается по справочнику.

Глухие отверстия под резьбу должны иметь большую длину, чем длина нарезаемой резьбы не менее чем на величину заборной части метчика.

Нарезание резьбы метчиками ведется при вращательном движении изделия, установленного в патрон так, чтобы ось нарезае-

мого отверстия совпадала с осью вращения шпинделя и поступательным движением метчика вдоль оси.

Для нарезания резьбы метчиком пользуются слесарным воротком, который насаживают на квадратный хвостовик метчика. Метчик поджимают центром, установленным в пиноли задней бабки, а рукоятка воротка упирается при этом в суппорт. Такой способ подачи метчика допускается только для нарезания резьб небольшого диаметра (до 8 мм). В других случаях в резцедержатель устанавливают дополнительный держатель с центром и упорную планку: метчик поджимают центром, а вороток упирают в планку. Так как метчик и планка передвигаются вместе, то перекоса не будет: устраняется опасность возникновения дефектов резьбы и поломки метчика.

Наиболее целесообразно закреплять метчик в качающемся самовыдвижном метчикодержателе. Корпус его устанавливают конусным хвостовиком в пиноль задней бабки, а метчик — в квадратное гнездо подвижной части метчикодержателя. При вращающейся заготовке метчик вводится в отверстие и легко подается вращением маховика задней бабки. Как только в заготовке будет нарезано два-три витка резьбы, дальнейший поджим метчика не требуется, так как он будет сам ввинчиваться в резьбу, а метчикодержатель, следуя за метчиком, будет выдвигаться из корпуса.

Обычно на токарных станках применяют машинные метчики, что позволяет нарезать резьбу за один рабочий ход. Иногда используют комплекты, состоящие из двух или трех метчиков. В комплекте из двух метчиков первый (черновой) срезает 75 % высоты витка, а второй (чистовой) остальные 25 %.

В комплекте из трех метчиков первый черновой срезает 60 % высоты витка, средний (получистовой) — 30 % и третий (чистовой) — 10 % всей работы.

Для нарезания резьбы в деталях из коррозионно-стойкой стали применяются «шахматные» метчики со срезанными через один зубьями. Образующаяся между зубьями широкая впадина способствует хорошему размещению стружки, устраняет опасность заклинивания метчика.

Скорость резания при нарезании резьбы метчиками:

- для стальных заготовок — 5... 12 м/мин;
- для чугунных, бронзовых и алюминиевых заготовок — 6... 22 м/мин.

Более точно выбор скорости резания производится по справочнику.

Нарезание резьбы производится с охлаждением.

6.3.3. Нарезание резьбы резьбонарезными головками

Диаметр стержня выбирается так же, как и при нарезании резьбы плашками. Резьбонарезные головки устанавливаются в пиноли задней бабки.

При нарезании наружной резьбы наиболее часто используются головки с круглыми гребенками, так как они просты по конструкции и обладают большей стойкостью. Подачу для врезания гребенок осуществляют маховиком задней бабки. Дальнейшая подача происходит самозатягиванием.

После нарезания резьбы гребенки автоматически расходятся и при обратном ходе не соприкасаются с резьбой.

Скорость резания при нарезании резьбонарезными головками составляет 15... 20 м/мин.

Накатывание резьбы заключается в пластическом деформировании металла заготовки, в результате чего образуется резьбовая поверхность. Преимущества накатывания по сравнению с нарезанием: волокна металла не перерезаются, а изгибаются и уплотняются, отчего резьба получается прочной и износостойкой; экономится металл, так как диаметр заготовки соответствует не наружному, а среднему диаметру резьбы.

Накатывание наружной резьбы на токарных станках осуществляют накатными регулируемыми плашками (головками НП-1).

Накатные головки закрепляют в специальном держателе, который устанавливают в задней бабке. В момент врезания удерживают головку вручную, а затем упирают рукояткой в упор, зажатый в резцедержателе. Накатывание обеспечивает высокую производительность и точность образования резьбы (до $6h$), а также малую шероховатость поверхности витков.

Внутреннюю резьбу в деталях из легких сплавов можно получить **внутренним накатыванием** (выдавливанием).

Инструмент-накатник напоминает метчик: имеет заборную и калибрующую части, но без стружечных канавок. Диаметр отверстия под выдавливание резьбы ориентировочно определяется по формуле

$$d_{\text{отв}} = d_1 - 0,4P,$$

но практически уточняют по первым обработанным деталям. Выдавливанием можно получить резьбу с точностью до степени $5H$. При накатывании резьбы в качестве смазки применяют минеральное масло.

6.3.4. Технология нарезания резьб резцами

Резьбовые резцы. Резьбы с высокими требованиями к соосности с другими поверхностями и к точности шага выполняют на токарных станках резьбовыми резцами (рис. 6.4).

Профиль резьбового резца должен соответствовать профилю нарезаемой резьбы, а угол при вершине резца должен соответствовать углу профиля резьбы, для метрической резьбы угол профиля $\varepsilon = 60^\circ$,

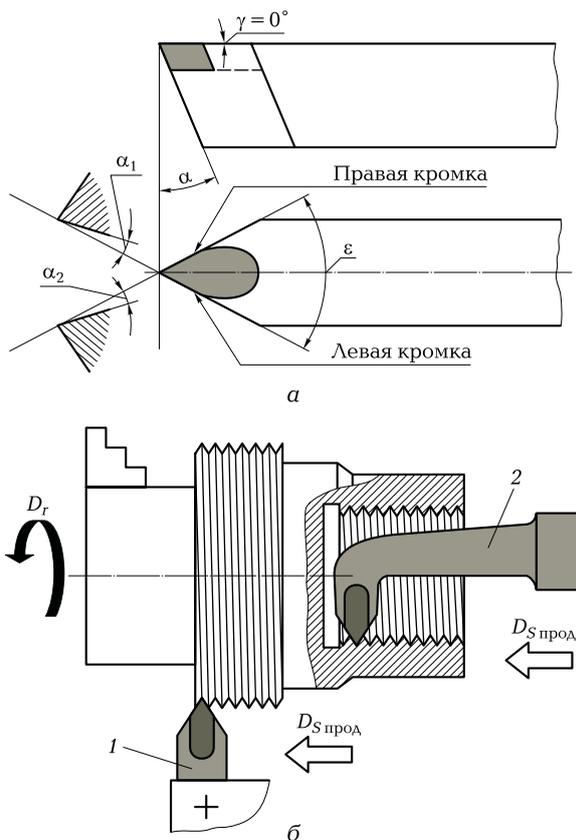


Рис. 6.4. Конструкция резьбового резца и нарезание резьбовых поверхностей:

a — конструкция резьбового резца для нарезания наружной резьбы; *б* — нарезание наружной и внутренней резьбы; 1 — резец для нарезания наружной резьбы; 2 — резец для нарезания внутренней резьбы; γ , α , α_1 , α_2 , ε — углы заточки резца; $D_{S\text{ прод}}$ — движение продольной подачи; D_r — главное движение

для дюймовой $\varepsilon = 55^\circ$. В процессе нарезания резьбы резцом возможна некоторая «разбивка» профиля резьбы, поэтому фактический угол профиля резца занижается: для резцов из быстрорежущей стали на $10 \dots 20'$, для твердосплавных резцов на $20 \dots 30'$.

Передний угол γ для чистовых резьбовых резцов принимается равным 0° , для черновых $\gamma = 5 \dots 10^\circ$. Задний угол на боковых кромках α_1 и α_2 принимается $3 \dots 5^\circ$, что образует задний угол под вершиной резца $\alpha_v = 12 \dots 15^\circ$.

Резцы могут быть изготовлены из быстрорежущей стали или оснащены твердосплавными пластинами, они могут использоваться для нарезания как наружных, так и внутренних резьб.

Резцы, используемые для нарезания резьб большого шага, имеют некоторые особенности конструкции, не позволяющие задним поверхностям резца тереться о стенки резьбовых канавок: иногда задний угол, под которым затачивается задняя поверхность с той стороны, куда направлена подача суппорта при нарезании, делают большим, чем угол наклона резьбы $\alpha_{\text{зат}} = \alpha_1 + \mu$, иногда резец затачивают с одинаковыми задними углами $\alpha_1 = \alpha_2$ на правой и левой задних поверхностях, но резец устанавливают с поворотом на угол подъема витков μ , который получают при использовании специальной державки. Резьбовой резец крепится в державку, состоящую из поворотной головки и корпуса. На поворотной головке имеются деления, с помощью которых поворотная часть с резцом устанавливается в требуемое положение. В конструкциях державок резцов иногда предусматривается прорезь, для того чтобы резьба нарезалась равномерно на заготовках, имеющих различный припуск или твердость поверхностного слоя.

В настоящее время широкое распространение получили резцы с механическим креплением твердосплавных вставок, со сменными головками, дисковые резьбовые резцы.

Переточку дисковых и призматических резцов осуществляют по передней поверхности.

Для повышения производительности труда при нарезании сквозных резьб используют многолезвийный инструмент — гребенки. Гребенками нарезают резьбу за один рабочий ход, так как они имеют режущую часть, состоящую из резьбовых резцов, расположенных с возрастанием по длине этой части, и калибрующую часть.

Технология нарезания резьб резцами включает в себя ряд действий:

- настройку станка, подбор и установку сменных зубчатых колес;

- установку заготовки;
- подбор и установку резца;
- подготовительную обработку изделия;
- нарезание резьбы.

Настройка станка на нарезание резьбы резцами. На токарных станках резьба нарезается резцом только при его механической подаче с помощью ходового винта. Для этого следует кинематически связать шпиндель и ходовой винт таким образом, чтобы за один оборот заготовки перемещение резца равнялось шагу нарезаемой резьбы P (или ходу H — для многозаходной резьбы). Подача суппорта при этом осуществляется от винтового механизма. Современные токарно-винторезные станки настраивают на нарезание резьбы с любым шагом при помощи постоянных наборов сменных зубчатых колес гитары и определенных сочетаний зацепления шестерен коробок подач. Например, у станка мод. 16К20 для нарезания метрической и дюймовой резьб на гитаре устанавливают зубчатые колеса

$\frac{K L}{L N} = \frac{40\ 86}{86\ 64}$, а для нарезания модульной

и питчевой резьб зубчатые колеса $\frac{K M}{L N} = \frac{60\ 86}{73\ 36}$ (см. рис. 2.6), где K, L, M, N — обозначение зубчатых колес.

Требуемый шаг резьбы получают соответствующим переключением зубчатых колес обратимого и множительного механизмов коробки подач. Шаги резьб указаны в таблице, закрепленной на передней бабке.

При нарезании резьб, шаг которых не приведен в таблице, станок настраивают подбором сменных зубчатых колес по следующим формулам:

- для метрической резьбы

$$\frac{K M}{L N} = \frac{5 P_n}{8 P_T},$$

где P_n — шаг нарезаемой резьбы, мм; P_T — табличное значение шага резьбы, ближайшее к шагу нарезаемой;

- для дюймовой резьбы

$$\frac{K M}{L N} = \frac{5 n_n}{8 n_T},$$

где n_T — табличное значение числа витков на один дюйм, ближайшее к числу витков на один дюйм нарезаемой резьбы; n_n — число витков на один дюйм нарезаемой резьбы;

- для модульной резьбы

$$\frac{K M}{L N} = \frac{60}{73} \frac{86 m_n}{36 m_r},$$

где m_n — модуль нарезаемой резьбы; m_r — табличное значение модуля резьбы, ближайшее к модулю нарезаемой;

- для нарезания нестандартных или особо точных резьб, когда настроить на величину требуемого шага с помощью рукояток управления невозможно, в коробке подач валы XII, XVII, XVIII соединяют напрямую с помощью муфт X_2 и X_5 , а требуемое передаточное отношение достигается подобранными сменными зубчатыми колесами, установленными на гитаре. За один оборот ходового винта суппорт переместится на шаг винта $P_{x.в}$. Резьбу заданного шага P на детали получают при условии, что $P = P_{x.в} n_{x.в}$, где $n_{x.в}$ — количество оборотов ходового винта за один оборот шпинделя: $n_{x.в} = 1 u_{общ}$, где $u_{общ}$ — общее передаточное отношение кинематической цепи между шпинделем и ходовым винтом. В эту цепь входит звено увеличения шага (з. у. ш), механизм реверсирования (трэнзель), гитара с набором сменных зубчатых колес и коробка подач при $u_{з.у.ш} = 1$:

$$u_{общ} = u_{трэнз} u_{гит} u_{кор.под}$$

где $u_{трэнз}$ — передаточное отношение трэнзеля; $u_{гит}$ — передаточное отношение гитары; $u_{кор.под}$ — передаточное отношение коробки подач;

$$P = P_{x.в} u_{общ}; \quad u_{общ} = \frac{P}{P_{x.в}}.$$

Эта формула является основной для настройки станка на нарезание резьбы.

Передаточное отношение зубчатых передач выражается также формулой

$$u = \frac{Z_1 Z_3}{Z_2 Z_4},$$

если, например, движение передается двумя парами колес.

Определив передаточное отношение по первой из двух формул, можно подобрать числа зубьев сменных зубчатых колес, позволяющих получить данное передаточное отношение:

$$u = \frac{P}{P_{x.в}} = \frac{Z_1 Z_3}{Z_2 Z_4}.$$

К станкам прилагаются наборы зубчатых колес с числами зубьев 20, 25, 30, 35, ..., 120, последующее колесо имеет на 5 зубьев больше, чем предыдущее и колеса с числом зубьев 127, 36, 48, 52, 57, 64, 73, 86. При подборе зубчатых колес нужно обеспечить соблюдение условий сцепляемости, т. е. подобрать их так, чтобы колесо z_2 не задевало вал II, а колесо z_3 не задевало вал I. Для этого числа зубьев колес, составляющих передаточное отношение, должны удовлетворять следующим условиям: $Z_1 + Z_2 \geq Z_3 + 15$ зубьев, $Z_3 + Z_4 \geq Z_2 + 15$ зубьев, где Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 — числа зубьев зубчатых колес.

Если данные условия не выполняются, то необходимо произвести подбор зубьев повторно.

Рассмотрим примеры расчетов, необходимых для настройки токарно-винторезного станка, в котором шпиндель и ходовой винт связаны с помощью сменных зубчатых колес в соответствии с кинематической схемой.

Пример 1. На токарном станке с шагом ходового винта $P_{х.в} = 8$ мм требуется нарезать резьбу с шагом $P = 1$ мм. Необходимо подобрать числа зубьев сменных зубчатых колес, позволяющих нарезать заданную резьбу, если к станку прилагаются зубчатые колеса с числами зубьев 20, 25, 30, ..., 120 и 127.

1. Определяем передаточное отношение сменных зубчатых колес:

$$u = \frac{P}{P_{х.в}} = \frac{1}{8}.$$

2. Подбираем числа зубьев сменных зубчатых колес по передаточному отношению. Для этого и числитель и знаменатель дроби умножаем на число 20 (наименьшее из возможных):

$$u = 1 \frac{20}{8} 20 = \frac{20}{160}.$$

Колесо с числом зубьев 160 отсутствует в наборе, поэтому при помощи одной пары сменных колес данную резьбу нарезать нельзя. Разлагаем величину передаточного отношения на две дроби и подбираем две пары сменных колес:

$$u = \frac{1}{8} = \frac{1}{4} \frac{1}{2};$$

$$u = \frac{1 \cdot 25}{4 \cdot 25} \frac{1 \cdot 20}{2 \cdot 20} = \frac{25}{100} \frac{20}{40};$$

$$u = \frac{Z_1 Z_3}{Z_2 Z_4}.$$

Считаем, что колеса имеют числа зубьев $Z_1 = 25$; $Z_2 = 100$; $Z_3 = 20$; $Z_4 = 40$.

3. Проверяем колеса на сцепляемость. Должны быть выполнены следующие условия:

$$Z_1 + Z_2 \geq Z_3 + 15 \text{ зубьев};$$

$$Z_3 + Z_4 \geq Z_2 + 15 \text{ зубьев};$$

$$25 + 100 > 20 + 15 \text{ (первое условие сцепляемости выполнено);}$$

$20 + 40 < 100 + 15$ (второе условие сцепляемости не выполняется).

Меняем местами ведущие и ведомые колеса:

$$u = \frac{Z_1 Z_3}{Z_2 Z_4} = \frac{20 \cdot 25}{100 \cdot 40}.$$

Снова проверяем на сцепляемость:

$$20 + 100 > 25 + 15 \text{ (первое условие сцепляемости выполнено);}$$

$25 + 40 < 100 + 15$ (второе условие сцепляемости не выполняется).

Меняем местами пары сменных колес:

$$u = \frac{Z_1 Z_3}{Z_2 Z_4} = \frac{20 \cdot 25}{40 \cdot 100};$$

$$20 + 40 > 25 + 15 \text{ (первое условие сцепляемости выполнено);}$$

$$25 + 100 > 40 + 15 \text{ (второе условие сцепляемости выполнено).}$$

Условия сцепляемости выполнены.

Ответ.

Для настройки токарного станка с шагом ходового винта $P_{х.в} = 8$ мм на нарезание резьбы с шагом $P = 1$ мм нужно установить зубчатые колеса с числами зубьев $Z_1 = 20$; $Z_2 = 40$; $Z_3 = 25$; $Z_4 = 100$.

Пример 2. На токарном станке с шагом ходового винта $P_{х.в} = 12$ мм нарезать дюймовую резьбу с шагом 11 ниток на дюйм.

1. Определяем шаг резьбы, мм:

$$P = \frac{25,4}{11}.$$

2. Определяем передаточное отношение сменных колес:

$$u = \frac{P}{P_{x.в}} = \frac{25,4}{11 \cdot 12} = \frac{254}{110 \cdot 12}.$$

3. Подбираем числа зубьев сменных зубчатых колес. Для этого разлагаем числитель на два сомножителя:

$$u = \frac{P}{P_{x.в}} = \frac{127 \cdot 2}{110 \cdot 12}; \quad u = \frac{127 \cdot 2 \cdot 10}{110 \cdot 12 \cdot 10} = \frac{127 \cdot 20}{110 \cdot 120}.$$

Считаем, что $Z_1 = 127$; $Z_2 = 100$; $Z_3 = 20$; $Z_4 = 120$.

4. Проверяем, колеса на сцепляемость:

$Z_1 + Z_2 \geq Z_3 + 15$ зубьев;

$Z_3 + Z_4 \geq Z_2 + 15$ зубьев;

$127 + 110 > 20 + 15$ (первое условие сцепляемости выполнено);

$20 + 120 > 110 + 15$ (второе условие сцепляемости выполнено).

Ответ.

Для настройки токарного станка с шагом $P_{x.в} = 12$ мм для нарезания дюймовой резьбы с шагом 11 ниток на дюйм нужно установить зубчатые колеса с числами зубьев $Z_1 = 127$; $Z_2 = 110$; $Z_3 = 20$; $Z_4 = 120$.

После подбора и установки сменных зубчатых колес производят установку заготовки и резца.

Установка резца. Резьбовой резец необходимо устанавливать точно по линии центров так, чтобы средняя линия резца была направлена перпендикулярно оси обрабатываемой детали. Установка ниже центра приводит к искажению профиля, а установка выше центра к «затиранию» резца. Для получения правильного профиля резьбы резец устанавливают по шаблону.

Шаблон прикладывают к заготовке (детали) на уровне оси, и резец вводят в профильный вырез. Правильное положение режущих кромок резца проверяют на «просвет», затем резец закрепляют и убирают шаблон.

Подготовка изделия к нарезанию на нем резьбы резцами заключается в чистовом обтачивании или растачивании того участка, на котором будет нарезана резьба. При обтачивании заготовки под последующее нарезание резьбы необходимо учитывать, что при нарезании происходит некоторое выдавливание металла из впадин. Поэтому диаметр вала под резьбу должен быть несколько меньше наружного диаметра резьбы, а диаметр отверстия больше внутреннего диаметра резьбы. Выбор диаметров вала и отверстия

под резьбу зависит от обрабатываемого материала и шага резьбы. Диаметры вала и отверстия при подготовке поверхности под нарезания резьбы определяют по справочникам. В конце резьбового участка протачивают канавку для выхода резца. Ширина канавки должна быть не менее шага резьбы (при скоростном нарезании резьбы твердосплавными резцами — 2—3 шага). Глубина канавки должна быть больше глубины резьбы на 0,1...0,2 мм. Иногда на чертеже детали указывается длина «сбега» — длина участка, на котором производится вывод резца, на этом участке резьба получается неполной.

Для более удобного и точного нарезания резьбы на резце обрабатываемой детали выполняют уступ длиной 2...3 мм, диаметр которого равен внутреннему диаметру резьбы. Этот уступ позволяет удобно и точно производить измерение внутреннего диаметра наружной резьбы и наружного диаметра внутренней резьбы, кроме этого позволяет быстро и точно установить резец на глубину при последнем рабочем ходе.

Нарезание резьбы производят за несколько рабочих ходов, их число определяют по справочнику. В зависимости от шага резьбы и материала режущей части определяют количество черновых и чистовых рабочих ходов. При черновой обработке срезают $3/4$ высоты профиля резьбы, а при чистовой $1/4$. После каждого рабочего хода резец выводят из канавки, суппорт возвращают в исходное положение и вновь начинают рабочий ход. Если шаг ходового винта делится без остатка на шаг нарезаемой резьбы (резьба «четная»), то резец будет попадать во впадины резьбы при включении разъемной гайки в любом положении суппорта. Если резьба «нечетная», т.е. шаг ходового винта не делится на шаг резьбы без остатка, то суппорт возвращают в исходное положение при ускоренном обратном вращении шпинделя без размыкания разъемной гайки.

При возвращении суппорта в исходное положение обратным ходом в сопряжении винтовой пары (ходового винта и разъемной гайки) образуется люфт (зазор).

Для устранения люфта между ходовым винтом и разъемной гайкой перед каждым новым рабочим ходом резец отводят на два-три шага за пределы резьбового участка и затем начинают выполнение нового рабочего хода. Первый и последний витки резьбы могут получиться утолщенными, поэтому, чтобы гайка наворачивалась на винт, их подрезают резьбовым резцом.

Резьбы с шагом до 2 мм нарезают поперечным врезанием, а с шагом более 2 мм боковым врезанием. При боковом врезании об-

легчается процесс резания, так как у резца работает только одна режущая кромка и повышается качество обработки. При наладке станка на этот способ обработки верхнюю часть суппорта поворачивают на угол, равный половине угла профиля нарезаемой резьбы, например, для нарезания метрической резьбы на 30° .

При нарезании левой резьбы врезание резца производится в резьбовую канавку и резец движется слева направо. Направление вращения ходового винта и шпинделя не должны совпадать. Направление вращения ходового винта переключаются с помощью механизма трэнзеля.

Режимы резания при нарезании резьбы резцами. Глубина резания определяется высотой витка, числом черновых и чистовых рабочих ходов. При высоте витка h глубина резания, срезаемая при черновых ходах, равна $\frac{3}{4}h$, а при чистовых ходах — $\frac{1}{4}h$. Если при нарезании резьбы рекомендуется 6 черновых ходов и 3 чистовых рабочих хода, то глубина резания каждого чернового хода будет $\frac{3}{6 \cdot 4}h$, а чистового — $\frac{1}{3 \cdot 4}h$.

Подача равняется шагу резьбы, а для многозаходных резьб — ходу.

Скорость резания при нарезании резьбы на стальных заготовках быстрорежущими резцами составляет 20...35 м/мин, твердосплавными резцами — 100...150 м/мин, при обработке чугуна быстрорежущими резцами — 10...15 м/мин, твердосплавными резцами — 40...60 м/мин. При нарезании внутренних резьб из-за затрудненных условий обработки скорость резания снижается на 20...30 %.

Частота вращения шпинделя, мин^{-1} , определяется по формуле

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

Нарезание резьб, используемых для передачи движения. Трапецеидальные, упорные и прямоугольные резьбы с шагом до 3 мм нарезают соответственно заточенными резцами за несколько рабочих ходов, заглубляя резец только при помощи поперечной подачи. Глубина резания не должна превышать 0,1...0,2 мм, так как резец может сломаться и сорвать резьбу. Трапецеидальные резьбы большого шага прорезаются предварительно прорезным резцом прямоугольного профиля, а затем окончательно чистовым резцом трапецеидального профиля.

Трапецеидальные резьбы с шагом более 8 мм целесообразно нарезать предварительно широким прорезным резцом на глубину $0,25h$ (h — высота профиля), затем узким прорезным резцом на полную глубину профиля и окончательно — чистовым резцом трапецеидального профиля.

Крупные прямоугольные резьбы прорезают узким прорезным резцом, затем правую и левую стороны витков обрабатывают чисто раздельно.

Внутренние трапецеидальные прямоугольные резьбы нарезают резцами соответствующего профиля — цельными или закрепляемыми в державках.

6.3.5. Способы скоростного нарезания резьбы

В настоящее время одной из основных задач промышленности является повышение производительности труда. Это достигается различными способами.

Нарезание резьбы с помощью вихревых головок используют при нарезании длинных резьбовых поверхностей в массовом и серийном производстве. С суппорта снимается верхняя часть и поворотная плита. На поперечные салазки устанавливают приспособление, называемое вихревой головкой. Оно состоит из шпиндельной головки, в которую установлено устройство с четырьмя твердосплавными резцами требуемого профиля. Заготовку закрепляют в патроне, пропускают сквозь шпиндельную головку и поджимают задним центром. Ось вращения головки смещена относительно оси заготовки, поэтому резцы касаются заготовки последовательно на коротких участках. Это улучшает теплоотвод и не позволяет резцам перегреваться. Шпиндельную головку устанавливают под углом, равным углу подъема винтовой канавки. Шпиндельная головка получает высокую частоту вращения — $2\,000\text{ мин}^{-1}$ от электродвигателя, установленного на каретке суппорта через клиноременную передачу, а заготовка низкую — до 20 мин^{-1} . Одновременно включают подачу станка на шаг резьбы, как при обычном нарезании резьбы резцом. Сочетание этих трех движений обеспечивают высокопроизводительное нарезание резьбы за один рабочий ход на полную глубину резьбовой канавки. При «вихревом» нарезании резьбы образуется вихрь мелких стружек, поэтому приспособление накрывают щитком.

Нарезание резьбы твердосплавными резцами позволяет значительно повысить скорость резания. При нарезании резьб обыч-

но рекомендуют производить скоростное нарезание «на выход», так как токарь может не успеть одновременно вывести резец из канавки и включить реверс. Резец вводят в канавку и нарезают резьбу при обратном вращении шпинделя; подача при этом будет для правой наружной резьбы не справа налево, а слева направо, т. е. за пределами заготовки.

Для нарезания правой внутренней резьбы этим способом используют резьбовой резец отогнутый вправо от стержня. Для автоматического отвода резца в конце рабочего хода при скоростном нарезании резьбы применяют специальные приспособления, например, одно из них было предложено изобретателем токарем В. И. Гургалем и представляло собой резцовую державку, отбрасываемую под действием пружины вверх в тот момент, когда резец входит в зарезбовую канавку и прекращается действие усилия резания.

Повысить производительность труда при нарезании резьбы можно производя *нарезание резьбовой поверхности за один рабочий ход, используя одновременно три резца*, оснащенные твердосплавными пластинами и представляющие собой гребенку: для нарезания метрической резьбы черновой резец имеет угол профиля 70° , получистовой — 65° , а чистовой — 59° , так как в процессе нарезания бывает разбивка.

Рассмотрим *нарезание многозаходной резьбы*. Многозаходная резьба — это резьба в виде двух, трех и более отдельных витков, идущих на равных расстояниях один от другого. Ходом резьбы H называется расстояние, измеренное вдоль оси, между одноименными точками одного и того же витка. Шаг резьбы P — это расстояние между двумя одноименными точками соседних витков, измеренное параллельно оси резьбы.

У однозаходной резьбы шаг и ход одинаковы, у многозаходной различны. Ход резьбы равен шагу, умноженному на число заходов резьбы: $H = ZP$, где Z число заходов резьбы. Существуют различные способы деления заготовки. Самый простой из них — деление по шагу. Нарезание многозаходной резьбы любого профиля начинают так, как если бы требовалось нарезать однозаходную резьбу с шагом, равным *длине хода*.

Нарезав первый виток на полный профиль, отводят резец поперечной подачей на себя и, давая ходовому витку обратный ход, возвращают суппорт в начальное положение. Для захода на второй виток перемещают резец в продольном направлении на шаг резьбы, но уже *не ходовым винтом, а винтом верхних салазок суппорта*. Отсчет продольного перемещения резца ведут при этом по лимбу винта верхних салазок.

Деление по числу заходов резьбы можно производить с помощью *поводкой планшайбы* с пазами. Для очередного деления производится перестановка хомутика. Иногда применяют *гелительный патрон*. Патрон состоит из двух дисков, соединенных болтами. На одном диске имеется риска, а на втором нанесена шкала в градусах. Нарезав один виток резьбы, поворачивают диск на нужное число градусов (на 180° для двухзаходной резьбы, на 120° для трехзаходной). Этот способ деления используется для деталей, которые обрабатываются в центрах.

Делить многозаходные резьбы на заходы можно также с помощью *сменных зубчатых колес*.

При делении этим способом необходимо, чтобы *первое ведущее сменное колесо имело число зубьев*, которое делится без остатка на число заходов резьбы, нарезав первый виток резьбы, проводят мелом риски: риску — посередине зуба первого ведущего колеса, и риску — против соответствующей впадины зуба второго колеса. Отсчитывают от риски требуемое число зубьев первого колеса, и соответствующий зуб снова помечают рисккой. После этого первое сменное ведущее колесо снимают с валика и поворачивают шпиндель до тех пор, пока при надевании этого колеса зуб со второй рисккой не совпадет с рисккой ведомого колеса.

После этого колеса снова сцепляют и нарезают второй виток резьбы. Возможно также нарезание многозаходных резьб (обычно двухзаходных) *двумя резцами*, расстояние между которыми равно шагу резьбы P .

Если станок имеет *специальное гелительное устройство*, как, например, станок мод. 16К20, которое расположено на конце шпинделя и состоит из делительного диска, имеющего 60 делений, и фланца со стрелкой, то деление на число заходов производят поворотом вручную шпинделя на число рисков делительного диска, соответствующего числу заходов нарезаемой резьбы (при двух заходах — 30 рисков, при трех на 20, при четырех на 15 и т.д.).

6.4. ВИДЫ ДЕФЕКТОВ РЕЗЬБОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Контроль резьбовой поверхности. При обработке резьбовой поверхности возможно возникновение целого ряда отклонений от заданных параметров. Основными видами дефектов являются:

- неполная высота резьбы может получиться, если неправильно выбран диаметр стержня или отверстия;

- неодинаковая высота резьбы по всей длине возникает, если стержень или отверстие имеют конусность или произошел перекос плашки или метчика в процессе нарезания;
- неточные размеры получаются вследствие недостаточного или излишнего съема металла при нарезании резьбы;
- недостаточная чистота поверхности возникает из-за сильного затупления инструмента, завышенной скорости резания, при недостаточно жестком креплении детали, неправильно выбранном охлаждении;
- «растяжка» резьбы может возникнуть в результате замедления хода инструмента.

Способы контроля резьбовой поверхности. После обработки у резьбовой поверхности контролируют различные параметры: диаметры, угол профиля, шаг резьбы.

Средний диаметр резьбы контролируют резьбовым микрометром.

В микрометрическом винте и пятке сделаны отверстия, в которых устанавливают резьбовые вставки (из набора к микрометру): в микрометрический винт — коническую с углом, равным углу профиля, в пятку — призматическую. При контроле коническую вставку вводят в канавку резьбы, а призматическая охватывает противоположный виток. Для установки микрометра на нуль служит установочный шаблон. Погрешность измерения среднего диаметра микрометром — 0,01 мм.

Точный контроль резьб (с погрешностью до 0,01 мм) выполняют также обычным микрометром при помощи трех закаленных цилиндрических проволочек, диаметр которых выполнен с высокой точностью. Проволочки вводят во впадины резьбы. Микрометром измеряют размер M по проволочкам, а средний диаметр резьбы рассчитывают по формулам:

- для метрической резьбы

$$d_{\text{ср}} = M - 3d + 0,866P;$$

- для дюймовой резьбы

$$d_{\text{ср}} = M - 3,166d + 0,961P,$$

где d — диаметр проволочки; P — шаг резьбы.

В массовом производстве точность резьбовых изделий контролируют предельными калибрами: наружную резьбу резьбовыми кольцами, а внутреннюю — резьбовыми пробками. Проходной калибр ПР имеет полный профиль резьбы и должен свинчиваться с контролируемым резьбовым изделием на полную длину резьбы,

непроходной калибр НЕ имеет два-три витка и укороченный профиль. Непроходной калибр может свинчиваться с резьбой не более чем на 1—2 витка.

Запрещается производить контроль резьб до полной остановки станка.

Профиль резьбы контролируют резьбовыми шаблонами, пластинами, имеющими вырезы с соответствующими углами профиля, для одновременного контроля и угла профиля, и шага — набором шаблонов — резьбомеров.

На каждом шаблоне имеется гребенка определенного шага и угла профиля и соответствующее обозначение (например: 60°, 2 мм или 55°, 11 витков). Прикладывая шаблон гребенкой к резьбе, определяют на просвет совпадение шага и угла профиля гребенки с шагом и углом профиля контролируемой резьбы.

Шаг резьбы можно контролировать масштабной линейкой, измеряя расстояние через десять или двадцать витков. Полученный размер делят соответственно на 10 или 20, определяя таким образом расстояние между двумя соседними витками. Для дюймовой резьбы определяют, сколько витков укладывается на длине 1".

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие виды движения необходимы для получения резьбовой поверхности?
2. Какие формы профиля могут иметь резьбы?
3. Какие элементы характеризуют резьбу?
4. Что называется шагом резьбы?
5. Какую резьбу называют метрической и как ее обозначают на чертежах?
6. Как по обозначению отличить резьбу с крупным шагом от резьбы с мелким шагом?
7. Чем отличается дюймовая резьба от метрической?
8. Какими инструментами контролируют резьбу в массовом производстве?
9. Какие правила безопасности труда необходимо соблюдать при контроле резьб?
10. Какая резьба прочнее — нарезанная или накатанная и почему?
11. Из каких материалов изготавливают плашки и метчики?
12. Каким образом образуются режущие гребенки на плашке?
13. С какой целью используются регулируемые плашки?
14. Как подбирается диаметр стержня под нарезание резьбы?

ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

7.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЯХ

В машиностроении многие детали и инструменты имеют **конические поверхности**, они могут быть наружными и внутренними, располагаться по всей длине изделия или на отдельных его участках. Наиболее часто конические поверхности используются для неподвижных соединений и обеспечения плотного прилегания одних деталей к другим.

Неподвижные соединения деталей при помощи конических поверхностей используются в тех случаях, когда требуется частая их разборка, например, для соединения хвостовиков сверл, зенкеров, разверток, имеющих наружную коническую поверхность, с коническими отверстиями в пиноли задней бабки или отверстиями в переходных втулках, для соединения конических хвостовиков центров с коническими отверстиями в шпинделе или пиноли задней бабки и т. д.

С помощью конусов достигается плотное соединение у таких деталей, как клапаны и гнезда клапанов, седла корпусов запорных вентилей и т. д.

Кроме того, коническую форму имеют некоторые зубчатые колеса, диски фрикционных передач, ролики в подшипниках, переходные втулки и многие другие детали.

Элементы конических поверхностей. Конические поверхности могут представлять полный и усеченный конусы (рис. 7.1). Полный конус получится, если вращать треугольник $АВВ$ относительно катета $АВ$, принятого за ось. Катет $АВ$ называется *высотой конуса*, прямая $АВ$ — *образующей конуса*, точка $А$ является *вершиной конуса*.

При вращении катета $ВВ$ относительно оси $АВ$ образуется поверхность, называемая *основанием конуса* (рис. 7.1, а).

Угол между образующей AG и осью AB называется *углом уклона конуса* и обозначается α . Углы выражаются в градусах, минутах и секундах.

Угол $BAГ$ между образующими AB и AG конуса называется *углом конуса* и обозначается 2α .

Если от конуса отрезать его верхнюю часть плоскостью, параллельной его основанию (рис. 7.1, б), то получится тело, называемое *усеченным конусом*, которое имеет два основания — верхнее и нижнее. Расстояние OO_1 по оси между основаниями называется *высотой усеченного конуса*. Далее для простоты будем называть все конические поверхности *конусами*.

На чертежах указывают обычно три основных размера конуса, например больший диаметр D , меньший диаметр d и высоту конуса l (рис. 7.1, в).

Из прямоугольного треугольника $ГДЕ$, у которого катет $AB = \frac{D-d}{2}$, а катет $DE = l$, следует, что тангенс угла наклона конуса выражается формулой

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{D-d}{2l}.$$

Пользуясь формулой, можно при помощи тригонометрических таблиц определить угол уклона конуса — α . Например, дано $D = 80$ мм; $d = 70$ мм; $l = 100$ мм. По формуле

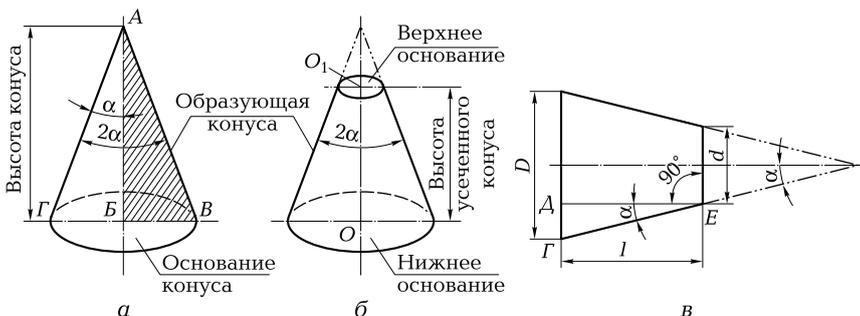


Рис. 7.1. Конусы:

a — полный; $б$ — усеченный; $в$ — эскиз усеченного конуса с основными параметрами, характеризующими его; d — диаметр меньшего основания; D — диаметр большего основания; α — угол уклона конуса; 2α — угол конуса; $A-E, O, O_1$ — характерные точки конуса, используемые для геометрических построений; l — высота усеченного конуса

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D-d}{2l} = \frac{80-70}{2 \cdot 100} = \frac{10}{200} = 0,05.$$

По таблице тригонометрических величин находим значение, наиболее близкое к $\operatorname{tg} \alpha = 0,05$, т. е. $\operatorname{tg} \alpha = 0,049$, которому соответствует угол уклона конуса $\alpha = 2^{\circ}50'$. Следовательно, угол конуса $2\alpha = 2 \cdot 2^{\circ}50' = 5^{\circ}40'$.

Иногда на чертеже указывается только один из диаметров конуса, например, больший D , высота конуса l и так называемая *конусность*.

Конусность называется отношение разности диаметров конуса к его высоте. Обозначим конусность буквой K , тогда $K = \frac{D-d}{l}$, где D — наибольший диаметр конуса; d — наименьший диаметр конуса; l — длина конуса.

Если на чертеже показан меньший диаметр d конуса, высота конуса l и конусность K , то размер большего диаметра можно определить по формуле $D = d + Kl$.

Если возьмем отношение полуразности диаметров конуса к его высоте, то получим величину, называемую *уклоном конуса* $M = \frac{D-d}{2l}$, где D — наибольший диаметр конуса; d — наименьший диаметр конуса.

Уклон конуса в два раза меньше конусности. Уклон конуса и конусность обычно выражают отношением, например, 1:10; 1:50 или десятичной дробью, например, 0,1; 0,05; 0,02 и т. д.

Для осуществления взаимозаменяемости конические поверхности хвостовиков, инструментов, центров выполняют в соответствии с государственным стандартом. Конусы хвостовиков называются конусами Морзе. Размеры конусов Морзе указаны в справочниках.

7.2. СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Для получения конической поверхности при обработке на токарном станке необходимо, чтобы при вращении заготовки вершина резца перемещалась не параллельно, а под некоторым углом к оси центров. Этот угол должен равняться углу уклона конуса — α (см. рис. 7.1, в). С этой целью необходимо осуществлять переналадку станка, которая выполняется различными способами.

Конические поверхности можно получить следующими способами:

- смещением корпуса задней бабки в поперечном направлении;
- поворотом верхней части суппорта;
- с помощью конусной линейки и другими способами;
- с помощью широких резцов (как правило используют для выполнения небольших конических поверхностей);
- набором стержневых инструментов с конической формой рабочей части могут быть обработаны стандартные конические отверстия. Например, набор конических разверток.

Обычно такой набор состоит из трех разверток, имеющих различную конструкцию.

Угол наклона развертки для чистовой обработки должен соответствовать углу наклона конуса, который необходимо получить в результате обработки.

7.2.1. Обработка конических поверхностей широким резцом

Этот способ используется при обработке наружных и внутренних конических поверхностей длиной до 20 мм. У широкого резца главный угол в плане ϕ равняется углу уклона конуса. Для установки резца применяют установочный шаблон, который прижимают к цилиндрической поверхности заготовки, а к наклонной рабочей поверхности шаблона подводят резец. Затем шаблон убирают и резец подают к заготовке.

Для уменьшения искажения образующей конической поверхности и уменьшения отклонения угла уклона конуса необходимо устанавливать режущую кромку резца по оси вращения обрабатываемой детали.

Следует учитывать, что при обработке конуса резцом с режущей кромкой длиной более 10...15 мм могут возникать вибрации, уровень которых тем выше, чем больше длина обрабатываемой детали, меньше ее диаметр, меньше угол уклона конуса, ближе расположен конус к середине детали, больше вылет резца и меньше прочность его закрепления. В результате вибраций ухудшается качество обрабатываемой поверхности.

При обработке широким резцом жестких деталей вибрации могут отсутствовать, но при этом возможно смещение резца под действием радиальной составляющей силы резания, что приводит к нарушению настройки резца на требуемый угол уклона. Смещение резца зависит от режима обработки и направления движения подачи.

7.2.2. Обработка конических поверхностей поворотом верхней части суппорта

При обработке изделия этим способом обрабатываемые заготовки можно устанавливать и закреплять как в центрах, так и в патроне. Резец необходимо устанавливать точно по высоте центров станка. При обтачивании наружных поверхностей используются проходные резцы, при обработке внутренних поверхностей — расточные.

Величину тангенса угла поворота определяют по формуле

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{D-d}{2l}.$$

Затем находят величину угла по тригонометрическим таблицам, например Брадиса.

Поворотная плита суппорта вместе с верхними салазками может поворачиваться относительно поперечных салазок на необходимый угол α . Для этого освобождают гайки винтов крепления плиты. Контроль угла поворота с точностью до одного градуса осуществляют по делениям плиты.

Более точно настройка на угол поворота производится по предварительно изготовленной (эталонной) детали, которую закрепляют в шпинделе станка. Индикатор закрепляют в резцедержателе, а наконечник индикатора устанавливают точно по центру и подводят к конической поверхности эталона вблизи меньшего сечения, при этом стрелка индикатора ставится на нуль. Затем суппорт перемещают так, чтобы наконечник индикатора касался заготовки, а стрелка все время находилась на нуле. Положение суппорта после настройки фиксируют зажимными гайками.

Перед растачиванием конического отверстия в сплошной заготовке предварительно сверлят отверстие, диаметр которого меньше малого диаметра конуса. Для облегчения растачивания длинного отверстия можно подготовить его ступенчатым рас­сверливанием. Разность размеров ступеней 1,5... 2,5 мм на стору­ну.

Если наружная коническая поверхность вала и внутренняя коническая поверхность втулки должны сопрягаться, то конусность сопрягаемых поверхностей должна быть одинакова. Чтобы это обеспечить, обработку сопрягаемых поверхностей выполняют без изменения положения поворотной плиты. При этом применяют расточный резец с головкой, отогнутой вправо от стержня, а шпинделю сообщают обратное вращение.

Достоинствами этого способа являются возможность обработки конических поверхностей с любым углом уклона, простота наладки станка. *Недостатки*: невозможность обработки длинных конических поверхностей, так как длина обрабатываемой поверхности не должна превышать длину хода верхней части суппорта, обработка производится ручной подачей, что отражается на качестве обработанной поверхности — увеличивается высота микронеровностей и снижается производительность обработки.

7.2.3. Обработка конических поверхностей смещением задней бабки в поперечном направлении

Этот способ используется при обработке длинных конических поверхностей с углом уклона α не более 10° .

Заготовку устанавливают в центры, вращение ей передается поводковой планшайбой и хомутиком. Корпус задней бабки при помощи винта смещают в поперечном направлении так, чтобы ось заготовки располагалась под углом к оси центров, а образующая конуса параллельно этой оси.

При включении подачи каретки суппорта резец, перемещаясь параллельно оси шпинделя, будет обтачивать коническую поверхность (рис. 7.2).

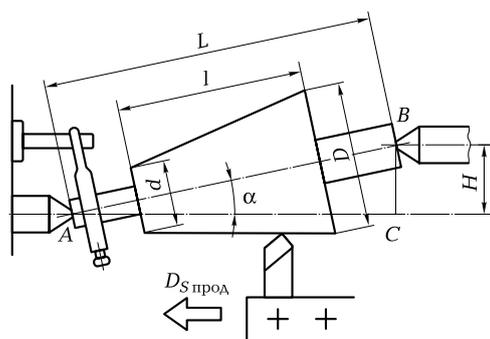


Рис. 7.2. Обработка конической поверхности способом смещения корпуса задней бабки в поперечном направлении:

H — величина смещения корпуса задней бабки; L — длина детали; l — длина конической поверхности; α — угол уклона конуса; AB — ось детали; BC — перпендикуляр, проведенный к прямой, совпадающей с продольным перемещением инструмента; d — меньший диаметр конуса; D — больший диаметр конуса; $D_{S\text{ прод}}$ — движение продольной подачи; \rightarrow — направление движения резца

Если смещение корпуса производится «на токаря», то меньший диаметр конуса получится на заготовке со стороны задней бабки, а если «от токаря», то со стороны передней бабки.

Допускается смещение корпуса задней бабки в поперечном направлении ± 15 мм.

Посчет величины смещения задней бабки в поперечном направлении осуществляется следующим образом:

- для случая, когда обрабатываемая деталь имеет и конические, и цилиндрические участки — $L \neq l$. Величина смещения H находится при рассмотрении прямоугольного треугольника (см. рис. 7.2). Отношение противолежащего катета H к гипотенузе L равно синусу угла уклона конуса:

$$\frac{H}{L} = \sin \alpha,$$

где L — общая длина детали; l — длина конической части детали; H — величина смещения задней бабки;

- при малых величинах угла α можно считать, что $\sin \alpha = \operatorname{tg} \alpha$ (например, для угла 7° синус равен 0,120, а тангенс — 0,123):

$$\frac{H}{L} = \operatorname{tg} \alpha; H = L \operatorname{tg} \alpha; H = \frac{L D - d}{l} \frac{D - d}{2};$$

- для случая, когда вся деталь имеет коническую поверхность $L = l$, величина смещения задней бабки определяется по формуле

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

Величину смещения корпуса задней бабки относительно плиты контролируют по делениям на торце плиты или при помощи лимба поперечной подачи. Для этого в резцедержателе закрепляют планку, которую подводят к пиноли задней бабки; положение планки фиксируется по лимбу, затем поперечные салазки отводят назад на расчетную величину и корпус задней бабки смещают до соприкосновения пиноли с планкой.

Наладку станка на обтачивание конусов способом смещения корпуса задней бабки можно выполнять также и по эталонной детали, которую закрепляют в центрах. Корпус задней бабки смещают, контролируя индикатором параллельность образующей поверхности эталонной детали к направлению подачи.

Достоинствами обработки конических поверхностей способом смещения корпуса задней бабки являются возможность обработки длинных заготовок и возможность автоматической подачи суп-

порта. *Негостатки*: невозможность обработки внутренних конусов и конусов с большим углом уклона, длительность переналадки станка.

В процессе обработки этим способом сильно изнашиваются центровые отверстия и рабочая поверхность центра, поэтому для уменьшения их износа рекомендуется использовать центр с шариком на конце.

Для обеспечения одинаковой конусности партии деталей рекомендуется сначала обработать их предварительно, затем исправить центровые отверстия и после этого произвести чистовую обработку.

7.2.4. Обработка конической поверхности при помощи копировальной (конусной) линейки

Этот способ используется для обработки конических поверхностей различных длин с углом уклона до 12° при условии изготовления больших партий деталей. Обработка конуса с помощью конусной линейки позволяет получить высокую точность внутренних и наружных поверхностей.

Производительность изготовления деталей этим способом выше, чем при обработке другими способами (рис. 7.3).

Конусная линейка устанавливается на плите, которая крепится на некоторых моделях токарно-винторезных станков к задней стороне станины. Эту линейку можно поворачивать вокруг штифта 6 под требуемым углом α к оси обрабатываемой детали. Для закрепления линейки в требуемом положении используются два болта. В пазах линейки скользит сухарь 4. Поперечные салазки суппорта отсоединяются от винта поперечной подачи и присоединяются тягой 5 с сухарем 4 к конусной линейке 2.

Установку резца на глубину резания производят рукояткой перемещения верхних салазок суппорта.

При осуществлении продольной подачи каретки поперечные салазки суппорта под действием линейки смещаются в поперечном направлении, в результате чего резец движется под углом к оси заготовки и обрабатывает коническую поверхность.

Копировальные линейки имеют шкалы для отсчета угла поворота с делениями в градусах или для отсчета конусности с делениями в миллиметрах.

Если даны диаметры оснований конуса D и d и его высота l , то угол поворота линейки можно найти по формуле

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D - d}{2l}.$$

Если деления обозначают не градусы, а миллиметры, то число делений C , на которое нужно повернуть линейку, определяют по формуле

$$C = \frac{D - d}{2} \frac{H}{l},$$

где H — расстояние от оси вращения линейки до ее конца; l — высота конуса, мм.

Применение конусной линейки имеет ряд *достоинств*:

- наладка линейки быстрая и удобная;
- при переходе к обработке конусов не требуется нарушать нормальную наладку станка, центры станка остаются в нормальном положении, т. е. на одной оси, благодаря этому центровые отверстия в детали и центры срабатываются значительно меньше;
- точные размеры конуса без повторной обработки;

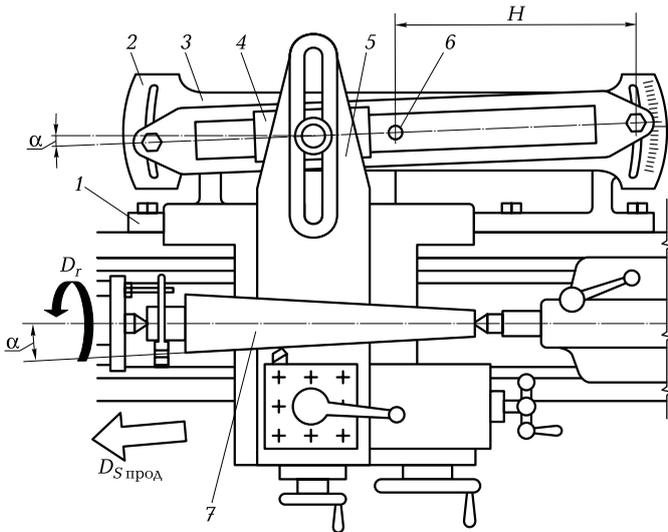


Рис. 7.3. Обработка конической поверхности с помощью копировальной (конусной) линейки:

1 — кронштейн; 2 — конусная линейка; 3 — паз в линейке; 4 — сухарь; 5 — тяга; 6 — штифт; D_r — главное движение; $D_{S \text{ прод}}$ — движение продольной подачи; α — угол уклона конуса; H — расстояние от оси вращения линейки до ее конца; \rightarrow — направление перемещения резца

- возможна работа с автоматической продольной подачей, что увеличивает производительность труда и улучшает качество обработки;
- можно обтачивать не только наружные конические поверхности, но и растачивать внутренние.

Негостатком применения конусной линейки является необходимость отсоединять поперечные салазки суппорта от связанного с ними винта перед началом работы и снова соединять салазки с винтом по окончании работы.

Для обработки конических поверхностей с большими углами уклона сочетают способ смещения корпуса задней бабки в поперечном направлении и наладку с помощью конусной линейки. Для этого линейку поворачивают на максимально допустимый угол поворота, а величину смещения корпуса задней бабки, мм, рассчитывают, как при обтачивании конуса, у которого угол уклона равен разности между заданным углом α и углом поворота линейки α_1 , т.е. $H = Ltg(\alpha - \alpha_1)$.

При обработке конусов при помощи копировальной линейки необходимо устранять влияние мертвого хода суппорта. Для этого резец отводят назад от обрабатываемой поверхности на величину, большую, чем величина мертвого хода, и затем подают его до соответствующей глубины резания.

7.2.5. Обработка внутренних конических поверхностей

Конические отверстия на токарных станках в большинстве случаев обрабатывают растачиванием резцом при повороте верхней части суппорта и реже с помощью конусной линейки. Все подсчеты, связанные с поворотом верхней части суппорта или конусной линейки, выполняются так же, как и при обтачивании наружных конических поверхностей.

Если коническое отверстие должно быть выполнено в сплошном материале, то сначала сверлят цилиндрическое отверстие, которое затем растачивают резцом на конус или обрабатывают коническими зенкерами и развертками.

Чтобы ускорить растачивание или развертывание, следует предварительно просверлить отверстие сверлом, диаметр d_1 которого на 1 ... 2 мм меньше диаметра малого основания конуса. После этого рассверливают отверстие одним или двумя сверлами для получения ступеней. Диаметры сверл d_2 и d_3 и глубины сверления l_2 и l_3 заранее определяют по чертежу с учетом припуска.

Затем растачивают ступенчатое отверстие на конус резцом поворотом верхней части суппорта на угол α или с использованием конусной линейки.

После чистового растачивания отверстия на конус его развертывают конической разверткой соответствующей конусности.

Конические отверстия обрабатывать выгоднее непосредственно после сверления набором специальных разверток, имеющих одну и ту же конусность.

Так как после сверления коническим разверткам приходится снимать значительный припуск, то, чтобы не перегрузить их, применяют последовательно три развертки: черновую, получистовую и чистовую.

Конические развертки обрабатывают отверстия в более тяжелых условиях, чем цилиндрические, поэтому они работают с меньшими подачами и скоростями резания, чем цилиндрические развертки.

Для облегчения работы конических разверток и получения чистой и гладкой поверхности применяют охлаждение. При обработке стали или чугуна для охлаждения используют эмульсию или сульфофрезол; при обработке алюминия, кроме указанных жидкостей, применяют также легкое минеральное масло с добавлением 30 % касторового масла.

7.3. ДЕФЕКТЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ ОБРАБОТКЕ КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

При обработке конических поверхностей могут возникнуть следующие дефекты:

- угол конуса не соответствует заданному на чертеже. Этот дефект может возникнуть из-за неправильного подсчета угла уклона конуса, из-за неточного поворота верхней части суппорта или неправильного смещения задней бабки на расчетную величину, неточности установки конусной линейки, отжима поворотной плиты в процессе обработки, погрешностей в углах заточки резца или угла конической развертки;
- угол конуса правильный, но диаметры одного из оснований не соответствуют размерам, указанным на чертеже. Такой дефект может возникнуть, если изменена длина заготовки;
- образующая конуса криволинейна. Криволинейность образующей может возникнуть из-за неправильной установки резца — выше или ниже оси изделия или отжима заготовки в процессе обработки.

Контроль конических поверхностей производится различными измерительными инструментами. Выбор инструмента зависит от требуемой точности контроля и типа производства, используемого при изготовлении заданных деталей.

При невысоких требованиях к точности в единичном производстве для контроля используют нерегулируемые и регулируемые шаблоны.

Шаблон прижимают к контролируемой поверхности. Точность выполнения угла конуса определяют по зазору между конической поверхностью и шаблоном: если обнаружен зазор у большего основания, то угол конуса меньше заданного; если у меньшего основания, то угол конуса больше заданного. Достаточно часто применяют контроль конуса «на краску».

В серийном и массовом производстве конические поверхности контролируют предельными конусными калибр-пробками и калибр-втулками. Расстояние между рисками на калибр-пробке или размер уступа на торце калибр-втулки соответствует допуску на конусность. Если торцовая поверхность детали с коническим отверстием находится между рисками на калибре или совпадает с ними, то конус правильный.

При контроле калибром-втулкой с уступом конус выполнен правильно, если торец контролируемого наружного конуса окажется в пределах уступа.

При необходимости точно определить угол конуса используют универсальный угломер, с его помощью определяют величину угла с точностью до минут.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какое количество элементов конуса нужно знать, чтобы его можно было изготовить?
2. По какой формуле определяется конусность конуса?
3. Чем отличается конус Морзе от других конических поверхностей?
4. Какие конические поверхности можно обрабатывать широким резцом?
5. Чему должен быть равен угол в плане у широкого резца при обработке конуса?
6. Какие достоинства и недостатки можно отметить при обработке конической поверхности поворотом верхней части суппорта?
7. По какой формуле определяется угол поворота верхней части суппорта?

ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ФАСОННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

8.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ФАСОННЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ

Поверхности деталей относят к фасонным, если они образованы вращением относительно оси криволинейной образующей, комбинацией прямолинейных образующих, расположенных под различными углами к оси детали, или комбинацией криволинейных и прямолинейных образующих.

К деталям с фасонными поверхностями относятся рукоятки различной формы, маховики с различными ободами, детали с шаровыми поверхностями, радиусными канавками, радиусными переходами (галтелями).

В конструкциях современных турбин, автомобилей, металлорежущих станков применяют детали со сложными фасонными поверхностями, например лопатки турбин, лопасти гребных винтов, кулачки и т. д.

Любую фасонную поверхность тела вращения можно получить сочетанием продольных и поперечных подач, которые можно выполнять вручную или автоматически. Обрабатывать фасонные поверхности на токарных станках можно различными способами, выбор способа зависит от количества обрабатываемых изделий, требований к их качеству, длины фасонной поверхности.

Фасонные поверхности можно обрабатывать:

- сочетанием ручных продольных и поперечных подач;
- сочетанием ручных продольных и поперечных подач с помощью эталонной детали или шаблона, закрепленного в резцедержателе;
- с помощью копировального устройства, аналогичного конусной линейке;
- с помощью фасонных резцов;
- с помощью специальных приспособлений.

8.2. ИНСТРУМЕНТ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ ФАСОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Фасонные поверхности на длинных деталях, заданный профиль которых получается сочетанием двух подач, с помощью шаблона, копира, специальных устройств, обрабатываются *проходными* резцами, изготовленными полностью из быстрорежущей стали или оснащенными твердым сплавом. Конструкции проходных резцов рассмотрены ранее.

При обработке галтелей и канавок радиусом менее 20 мм на стальных и чугунных деталях применяют *резцы, режущая часть которых выполнена по профилю обрабатываемой галтели или канавки*.

При обработке галтелей и канавок радиусом более 20 мм режущую часть резцов выполняют с радиусом скругления, равным $(1,5 \dots 2)R$.

При обработке фасонных поверхностей длиной до 60 мм в серийном и массовом производстве используют *фасонные резцы*, профиль режущей кромки которых соответствует профилю обрабатываемой поверхности. Простейшим фасонным резцом является *стержневой*. Обычно он имеет припаянную пластину из твердого сплава. Задняя поверхность стержневого резца является фасонной, поэтому при износе резца переточка производится не по задней поверхности, а по передней, так как получение соответствующей профильной кромки является сложной и трудоемкой операцией.

При установке фасонных резцов необходимо учитывать, что режущая кромка при обработке должна устанавливаться точно по линии центров, поэтому после каждой переточки резец необходимо поднимать выше при помощи подкладок, что быстро приведет к тому, что он упрется в верхнюю часть паза резцедержателя. Стержневые резцы допускают 2—3 переточки, что является существенным недостатком их конструкции. Наиболее часто эти резцы используют в качестве радиусных и галтельных, этого недостатка лишены *призматические* резцы (рис. 8.1), так как резец крепят в специальной державке хвостовиком, имеющим форму типа «ласточкин хвост», его можно перемещать вверх по мере перетачивания и таким образом сохранять постоянное положение режущей кромки. Конструкция призматических резцов позволяет максимально использовать материал режущей части.

Для образования заднего угла α резец устанавливают под углом к подошве державки. Переточку резца осуществляют шлифованием передней поверхности. Шлифованный профиль задней поверхности призматического резца соответствует заданному фасонному профилю детали.

Наиболее точную обработку обеспечивает *круглый*, или *дисковый фасонный резец*. Он имеет фасонную наружную поверхность, в резце сделан угловой вырез. Пересечением плоскости выреза с наружной фасонной поверхностью образуется фасонная режущая кромка (рис. 8.2, а). Глубина выреза и его направление таковы, что стружка легко сбегает по передней поверхности и завивается. Через центральное отверстие пропускают болт, которым при помощи гайки скрепляют резец с державкой. Чтобы резец не проворачивался при резании, на его боковой поверхности имеются треугольные зубчики, которые входят во впадины державки.

Особое внимание необходимо обратить на создание требуемой геометрии при установке резца. Если бы передняя поверхность резца проходила через центр заготовки, а центр дискового резца находился на уровне центра заготовки, то резец имел бы нулевые передний и задний углы, т.е. практически не работал (рис. 8.2, б). Чтобы создать нужную геометрию режущего клина, вырез делают ниже центра резца, а центр резца устанавливают выше центра заготовки (рис. 8.2, в). Кроме того, переднюю поверхность затачивают по касательной к определенной условной окружности, радиус которой $r = R \sin(\alpha + \gamma)$, где α — заданный задний угол, γ — заданный передний угол. При указанных условиях установки резца значения переднего и заднего углов будут положительными.

После каждой переточки по передней поверхности дисковый резец поворачивают на оси державки, вновь устанавливают по оси центров и закрепляют. Призматические и дисковые резцы изготавливают, как правило, из быстрорежущей стали, реже применяют резцы с твердосплавными пластинами. Фасонные дисковые резцы мо-

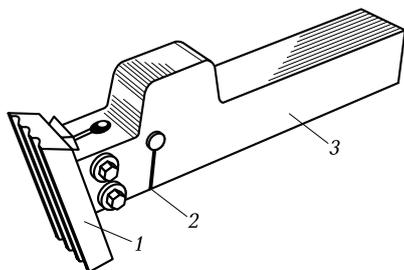


Рис. 8.1. Призматический фасонный резец:

1 — сменная часть резца; 2 — прорез в державке; 3 — державка

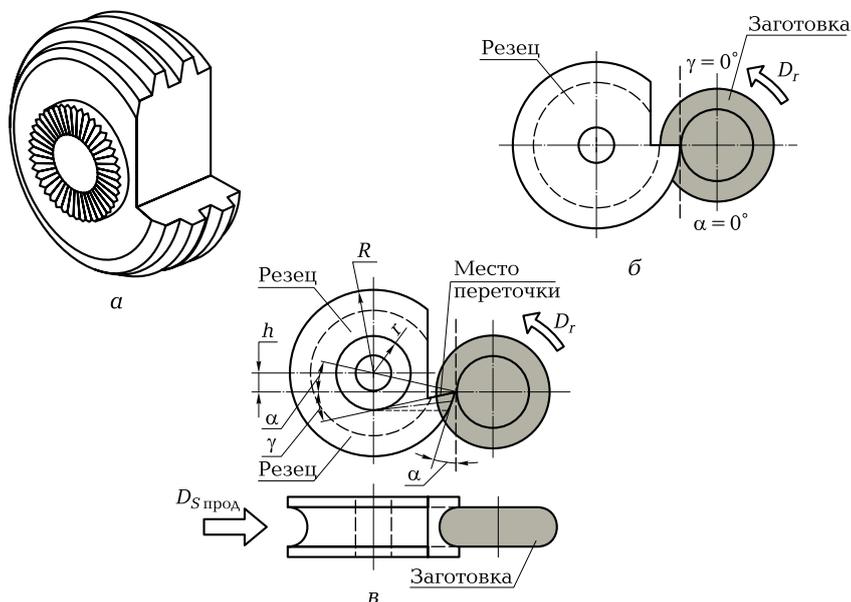


Рис. 8.2. Дискový фасонный резец:

a — конструкция; *б* — неправильная установка оси фасонного резца по центру заготовки ($\alpha = 0^\circ, \gamma = 0^\circ$); *в* — установка оси фасонного резца выше центра заготовки ($\alpha > 0^\circ, \gamma > 0^\circ$); h — расстояние между центрами заготовки и резца; r — радиус окружности, касательно к которой затачивается резец; R — радиус наружной окружности фасонного резца; α — задний угол; γ — передний угол; D_r — главное движение; $D_{S\text{ прод}}$ — движение продольной подачи

гут быть с кольцевыми образующими и винтовыми образующими режущих кромок. Резцы с винтовыми образующими обеспечивают получение меньшей шероховатости обрабатываемой поверхности и являются высокопроизводительным инструментом, который применяют на станках с револьверными головками.

8.3. ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ФАСОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Перед тем как обрабатывать фасонную поверхность, необходимо на заготовке подготовить цилиндрическую ступень диаметром большим, чем наибольший диаметр фасонной поверхности на величину припуска. Длина ступени соответствует длине обрабатываемой поверхности.

Установку резцов следует производить так, чтобы их режущая кромка находилась на линии центров.

Обработка фасонных поверхностей способом сочетания двух погач. Этим способом можно обрабатывать любую фасонную поверхность, хотя обработка требует высокой квалификации рабочего, обладающего определенным навыком выполнения работ такого рода. Для приобретения навыка перемещения резца по заданной траектории путем его одновременного продольного и поперечного перемещения следует предварительно (перед обработкой фасонной детали) *выполнить несколько упражнений*, что позволит освоиться с особенностями управления станком при фасонной обработке. Для этого в патроне или в центрах устанавливают готовую деталь с фасонной поверхностью сложного профиля. Перемещая суппорт координированным вращением его рукояток, следят за тем, чтобы вершина резца перемещалась в непосредственной близости (с одинаковым зазором до 1 мм) от поверхности детали.

Убедившись в надежности управления станком, переходят к обработке детали с фасонной поверхностью. Предварительно заготовку обрабатывают проходным резцом, выполняя указанные выше рекомендации. Затем с помощью шкалы на станине станка производят разметку (вдоль оси заготовки) наибольшего и наименьшего диаметров фасонной поверхности, а затем проходным резцом снимают черновой припуск за несколько рабочих ходов.

Окончательный съем припуска также выполняют в несколько рабочих ходов. Сначала аккуратно снимают гребешки путем плавного перемещения резца вдоль оси обрабатываемой детали и возвратно-поступательного перемещения поперечных салазок суппорта. Затем к невращающейся заготовке прикладывают шаблон с профилем готовой детали, измеряют наибольший и наименьший диаметры фасонной поверхности и определяют места, с которых необходимо снять припуск. Такой способ обработки малопроизводителен и трудоемок, поэтому опытные рабочие используют автоматическую продольную подачу, перемещая вручную только поперечный суппорт. Такую обработку позволяет производить несложное приспособление, изображенное на рис. 8.3, а.

Токарь включает автоматическую продольную подачу и манипулирует только рукояткой поперечной подачи, следя, чтобы конец проволочного рейсмаса 3, закрепленного в резцедержателе, все время касался фасонного контура, вычерченного на листке планшета 2. Планшет закреплен на держателе 1, установленном в пиноли задней бабки.

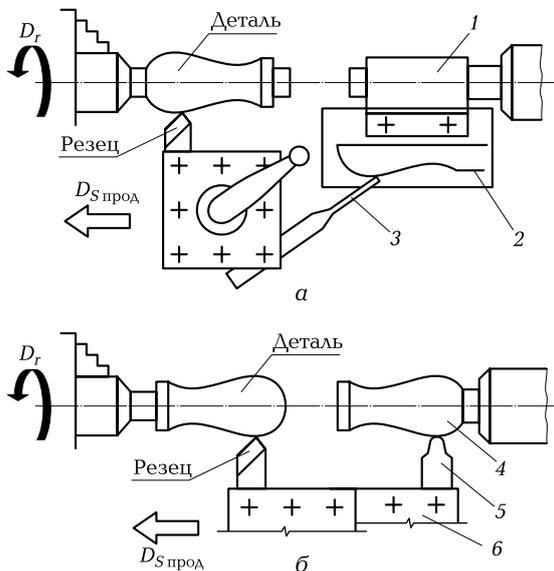


Рис. 8.3. Обработка фасонной поверхности способом сочетания двух подач с использованием чертежа и эталонной детали:

а — с использованием чертежа; *б* — с использованием эталонной детали; 1 — держатель планшета; 2 — планшет с чертежом фасонного контура детали; 3 — рейсмас; 4 — эталон детали; 5 — щуп; 6 — державка щупа; D_r — главное движение; $D_{S\text{ прод}}$ — движение продольной подачи

Можно в заднюю бабку закрепить также эталон детали 4 и копировать поперечную подачу постоянным прикосновением щупа 5 к этому эталону (рис. 8.3, б).

Обработка фасонных поверхностей по копии. Этот способ используется при серийном производстве.

На плиту приспособления закрепляют копир с фасонным пазом. В этом пазу находится ролик, связанный с тягой суппорта. Как и при обработке конусов, гайку поперечного суппорта отсоединяют от ходового винта. При продольной подаче каретки поперечная подача суппорта будет подчинена движению ролика по пазу копира, и резец будет воспроизводить на заготовке профиль установленного на линейку копира (рис. 8.4). Существуют также конструкции копировальных устройств с прижимом ролика к открытому копиру пружинами.

Обработка фасонной поверхности фасонными резцами производится при небольшой длине фасонной поверхности с применением только поперечной подачи.

Чтобы уменьшить вибрацию, вылет стержневого и призматического резцов из резцедержателя не должен превышать высоты державки. Установка режущей кромки фасонных резцов должна производиться по линии центров. Для уменьшения вибрации заготовок при обработке фасонным резцом предварительно протачивают поверхность проходным резцом, оставляя небольшой припуск на окончательную обработку фасонным резцом. В качестве примера рассмотрим последовательность обработки наружной сферической поверхности диаметром до 40 мм (рис. 8.5).

Выбираем заготовку, обтачиваем цилиндрическую поверхность, вытачиваем канавку, снимаем фаски и лишь затем обрабатываем фасонным резцом сферическую поверхность.

Чтобы уменьшить вибрацию заготовки при обработке фасонным резцом способом поперечной подачи, предварительно протачивают поверхность проходным резцом, оставляя небольшой припуск на окончательную обработку фасонным резцом.

Фасонный резец подводят к заготовке плавно с подачей 0,02...0,1 мм/об, причем к концу рабочего хода подачу уменьшают. Для получения малой шероховатости поверхности скорость резания при точении фасонными резцами не должна превышать 30 м/мин.

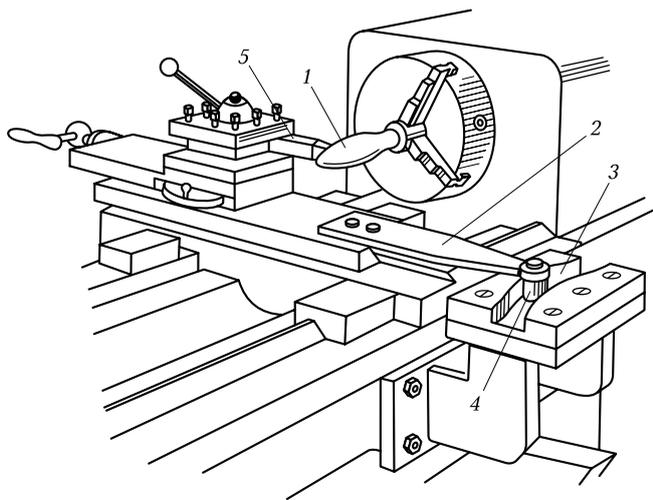


Рис. 8.4. Обработка фасонной поверхности при помощи копирующего приспособления:

1 — заготовка; 2 — тяга; 3 — копир; 4 — ролик; 5 — резец

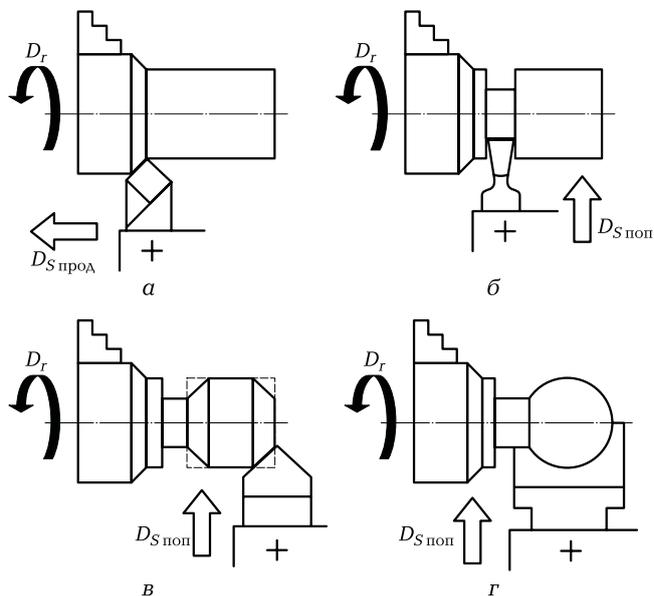


Рис. 8.5. Последовательность обработки сферической поверхности:

a — точение цилиндрической поверхности; *б* — прорезание канавки; *в* — снятие фасок; *г* — обтачивание фасонным резцом; D_r — главное движение; $D_{S\text{поп}}$ — движение резца в поперечном направлении; $D_{S\text{прод}}$ — движение резца в продольном направлении

В качестве смазочно-охлаждающей жидкости при фасонной обработке стали применяют эмульсию или жидкость «Аквол-2».

Обработка сферических поверхностей с помощью специальных приспособлений производится точно и с высокой производительностью. В приспособлениях создается перемещение вершины резца по дуге окружности. Одно из таких приспособлений состоит из угольника и стандартного фрезерного поворотного стола. При вращении рукоятки червячной передачи столик получает вращение и закрепленный на нем резец совершает движение по дуге окружности, обрабатывая сферическую поверхность.

8.4. КОНТРОЛЬ ФАСОННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

При обработке фасонных поверхностей основным дефектом является несоответствие профиля фасонной поверхности указан-

ному на чертеже. Это может произойти в результате различных причин:

- при работе фасонным резцом: профиль резца не соответствует заданному; резец заточен с большим или меньшим передним углом, чем предусмотрено; резец установлен выше или ниже оси центров;
- при работе способом двух подач: неправильно выполнен контроль выпуклых и вогнутых элементов профиля в процессе обработки;
- при работе копировальными приспособлениями: не «выбирается» люфт между винтами и гайками механизмов продольной и поперечной подачи;
- шероховатость поверхности большая, чем указанная на чертеже, — может произойти, если возникает вибрация заготовки из-за большой ширины режущей кромки, неправильно выбранных режимов резания, затупления инструмента;
- несоответствие размеров требуемой фасонной поверхности — может произойти в результате износа копира, неправильной заточки инструмента, невнимательности рабочего, неверной установки глубины резания.

Контроль фасонных поверхностей осуществляют шаблонами. Контур измерительной поверхности шаблона соответствует контролируемому профилю. Шаблон прикладывают к детали так, чтобы его плоскость совпадала с плоскостью, проходящей через ось детали. Контроль производят «на просвет». Если фасонная поверхность имеет вогнутый и выпуклый участки, то в процессе обработки эти участки контролируют самостоятельными шаблонами, а общий контроль осуществляют комплексным шаблоном. Сами шаблоны контролируют контршаблонами. Контроль осуществляют только после выключения вращения шпинделя.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какая поверхность называется фасонной?
2. Какими способами можно обрабатывать фасонную поверхность?
3. Каким образом можно повысить точность и производительность обработки фасонных поверхностей?
4. При каком типе производства выгодно вести обработку с помощью копировального приспособления?
5. Какие виды фасонных резцов используются для обработки фасонных поверхностей?

6. Каким образом выполнена задняя поверхность фасонного резца?
7. По какой из поверхностей фасонного резца выполняют переточку?
8. Какую величину вылета фасонного стержневого резца можно допускать при установке его в резцедержатель?
9. Каким образом создают нужную геометрию фасонного дискового резца?
10. Что предотвращает поворот дискового фасонного резца от усилий, возникающих при резании?
11. Из какого материала обычно изготавливают фасонные резцы?
12. За счет какой передачи резец совершает вращательное движение в приспособлении с поворотным столиком?
13. Как подготовить заготовку для обработки фасонной поверхности?
14. Какую форму имеет хвостовик призматического резца?
15. Какие причины могут вызвать несоответствие профиля фасонной поверхности той, которая указана на чертеже?

ТЕХНОЛОГИЯ ОТДЕЛКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ

9.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Отделка поверхностей является одним из эффективных способов повышения качества продукции, так как при обработке заготовок на металлорежущих станках на обработанной поверхности всегда остаются неровности в виде впадин и гребешков, их высота зависит от способа обработки. После черновой обдирочной обработки неровности видны невооруженным глазом, после чистовой обработки их можно увидеть в микроскоп или измерить на специальных приборах. Чем меньше шероховатость поверхности детали, тем меньше она изнашивается от трения при сопряжении с другой деталью в процессе выполнения требуемой работы, например, при вращении вала или шпинделя в подшипниках. Детали с малой шероховатостью поверхности хорошо противостоят коррозии — разрушению под действием различных химических веществ, газов, жидкостей и т.д. Значительная высота микронеровностей на обработанных поверхностях снижает прочность деталей машин при переменных нагрузках, поэтому для улучшения эксплуатационных свойств деталей стремятся повысить качество обработанных поверхностей.

При крупносерийном и массовом производстве детали, обработанные на токарных станках, передают для последующей обработки на шлифование.

При единичном и мелкосерийном производстве стремятся получить более качественную поверхность в процессе обработки на токарном станке, учитывая зависимость шероховатости поверхности от геометрии резца, режимов резания, заточки и доводки режущих кромок, наличия вибраций, вида охлаждающих жидкостей и т.д. Высота микронеровностей будет меньше, если главный угол в плане будет малой величины, а радиус закругления вершины

резца большой, если величина подачи и скорость резания будут выбраны с использованием справочных данных, а в качестве смазочно-охлаждающих жидкостей будут применяться смеси минеральных масел с растительными, осерненные масла, содержащие в качестве добавки серу, например, сульфозфрезол.

Уменьшить шероховатость поверхности деталей при обработке на токарном станке можно, также используя специальные методы обработки. Эти методы часто используются в ремонтных мастерских.

9.2. ПРИТИРКА ИЛИ ДОВОДКА

Притирка является отделочной операцией, позволяющей получить шероховатость поверхности с высотой микронеровностей Ra 0,05 мкм, а также высокую точность обработки, соответствующую 6-му и 7-му квалитетам. При притирке срезается небольшая величина припуска — 0,01...0,03 мм на сторону. Инструментом для притирки является чугунный или медный *притир*, представляющий собой втулку с одной или несколькими прорезями. Рабочей поверхностью притира для обработки наружной поверхности детали

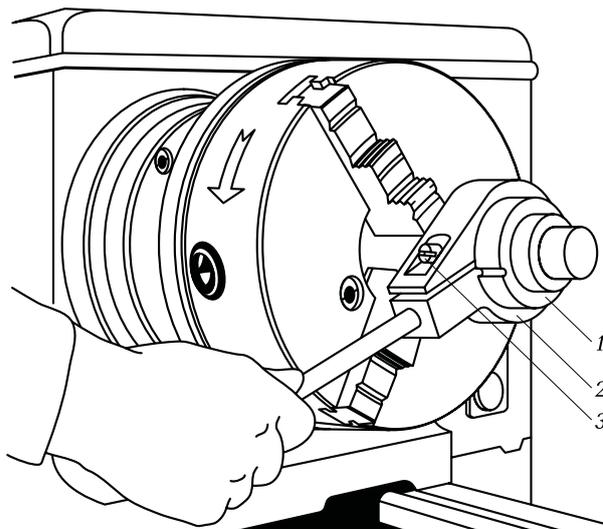


Рис. 9.1. Притирка наружной цилиндрической поверхности:
1 — разрезной притир; 2 — хомут; 3 — регулировочный винт

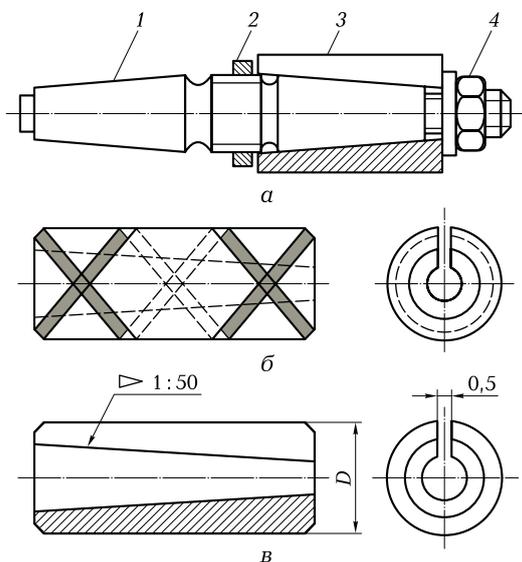


Рис. 9.2. Притиры для обработки отверстий:

а — притир в сборе с оправкой; *б* — притир для предварительной притирки; *в* — притир для окончательной притирки; 1 — оправка; 2, 4 — гайки; 3 — притир; *D* — наружный диаметр притира

является внутренняя поверхность притира, а для обработки внутренней поверхности детали — наружная поверхность притира. Рабочую поверхность притира покрывают абразивной пастой, состоящей из мелкозернистого абразивного порошка и масла. В качестве порошка часто используют корундовый или зеленый карбид кремния. Лучшие результаты дает использование пасты ГОИ (Государственный Оптический Институт). Она оказывает на металл не только механическое воздействие, но и химическое, так как благодаря пасте на поверхности детали образуется оксидная пленка, которая затем легко снимается. На рис. 9.1 показан притир с хомутом для притирки наружной цилиндрической поверхности.

В процессе обработки притир периодически сжимают при помощи винта, который стягивает хомут притира. Для притирки внутренней поверхности применяют разжимной притир (рис. 9.2).

Разжим притира осуществляется навинчиваем гайки 4 при одновременном отвинчивании гайки 2 (притир сдвигается по конической оправке и разжимается). Часто предварительную притирку выполняют притиром с выступами на рабочей поверхности. Оправку притира устанавливают в шпинделе станка, а притирае-

мую деталь насаживают на притир и удерживают от проворачивания приспособлением (жимком). Подача при притирке ручная, равномерная, окружная скорость 10...20 м/мин, причем при обработке периодически изменяют направление вращения шпинделя. На рис. 9.2, в показан притир для окончательной притирки.

9.3. ПОЛИРОВАНИЕ

Полирование производят в том случае, когда необходимо получить малую шероховатость поверхности с высотой микронеровностей от Ra 0,1 до 0,012 мкм. Полирование осуществляют *наждачной бумагой*, которая представляет собой полотно с наклеенным на него слоем абразивных зерен. Наждачной бумагой охватывают заготовку, прижимая ее с помощью приспособления, называемого жимком, он состоит из двух шарнирно связанных колодок.

Токарь удерживает жимок за ручки левой рукой, создавая необходимый прижим наждачной бумаги к заготовке, а правой рукой поддерживает шарнир и осуществляет продольную подачу. Можно закреплять шкурку в резцедержателе при помощи деревянной колодки с обхватом заготовки (детали) шкуркой или с прижимом шкурки к заготовке.

Запрещается прижатие наждачной бумаги к заготовке (детали) вручную.

При внутреннем полировании наждачную бумагу наматывают на деревянную оправку, закрепив конец наждачной бумаги в прорези оправки.

Запрещается полирование отверстия с прижимом наждачной бумаги лапкою или пальцем.

Наждачные бумаги бывают рулонные (Р) и листовые (Л), на тканевой или на бумажной основе. Окружная скорость при полировании наждачной бумагой 60...70 м/мин. Чтобы абразивная пыль не попадала в отверстие патрона, его закрывают заглушкой из пенопласта, а направляющие станины прикрывают брезентовой тканью.

9.4. ПЛАСТИЧЕСКОЕ ДЕФОРМИРОВАНИЕ

Пластическое деформирование поверхностного слоя заготовки является одним из способов повышения качества обработанной поверхности. Этот способ используется для отделки поверхностей деталей, у которых необходимо повысить твердость, износостой-

кость, чтобы повышалась их долговечность в процессе использования. К таким поверхностям, например, относятся шейки валов, плунжеры. Сущность процесса состоит в смятии, сглаживании микронеровностей под давлением обкатника, что уменьшает шероховатость поверхности до $Ra\ 0,4...0,05\ \mu\text{м}$. Необходимо, чтобы у поверхностей, подлежащих обкатыванию, высота микронеровностей была несколько выше. Припуск на пластическое деформирование не оставляют, так как в процессе обработки величина размера практически не изменяется. Для наружного обкатывания используют роликовый обкатник, состоящий из державки со сквозным отверстием, через которое проходит ось с запрессованными на нее подшипниками. Ролик, установленный на шариковый подшипник, совершает вращательное движение (рис. 9.3).

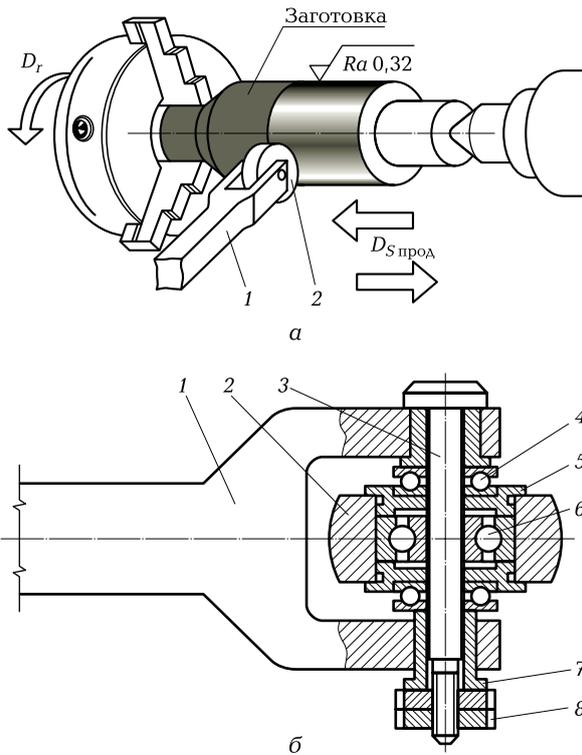


Рис. 9.3. Роликовый обкатник:

a — процесс обкатывания; *б* — устройство роликового обкатника; 1 — державка; 2 — ролик; 3 — ось; 4 — упорный подшипник; 5 — фланец; 6 — шарикоподшипник; 7 — втулка; 8 — гайка; D_r — главное движение; $D_{S\text{ прод}}$ — движение продольной подачи

Ролик изготовлен из закаленной стали, качество его поверхности высокое. При обработке державку, закрепленную в резцедержателе, подводят поперечной подачей до соприкосновения ролика с поверхностью детали, затем перемещают его на 0,5 мм, производя давление на деталь с помощью лимба и винта поперечной подачи. Окружная скорость вращения детали 20...30 м/мин. Продольная подача 0,05...0,1 мм/об. Включают станок и делают 2—3 рабочих хода в продольном направлении с автоматической подачей. В процессе обработки используют смазочно-охлаждающую жидкость (веретенное масло, Индустриальное масло 20). Пластическое деформирование можно производить, используя также шариковый обкатник. Шарик упирается на наружную обойму шарикоподшипника и удерживается от выпадения колпачком. Натяг при накатывании создается пружиной, упирающейся во фланец. Корпус державки обкатника устанавливается в резцедержателе. Процесс пластического деформирования осуществляется аналогичным образом. Внутреннее раскатывание выполняют раскатником-вальцовкой. Ролики вальцовки расположены в прорезях обоймы под небольшим углом ($1^{\circ}30'$) к оси оправки, поэтому во время работы вальцовка как бы ввинчивается в раскатываемое отверстие. Для обкатывания отверстий разных диаметров применяют самостоятельные вальцовки.

Обкатывание отверстий большого диаметра выполняют шариковым обкатником (по типу обкатника для наружных поверхностей).

9.5. НАКАТЫВАНИЕ РИФЛЕНИЙ

Целый ряд деталей для удобства использования делают не гладкими, а с рифленой поверхностью. К таким деталям относятся круглые гайки, головки винтов, рукоятки измерительных инструментов. Рифленая поверхность может иметь различные узоры: елочные, прямые, косые, точечные. Рифление получают обкатыванием поверхности роликами из закаленной инструментальной стали с соответствующим узором. В державку закрепляют один накатной ролик или два (для получения сетчатых рифлений).

При накатывании сетчатых рифлений обойма с роликами свободно крепится в державке и самоустанавливается по накатываемой поверхности. Ролики располагаются параллельно к обрабатываемой поверхности. Накатывание осуществляют за 2—3 рабочих хода. Нежесткие детали могут отжиматься под действием большо-

го радиального усилия, поэтому для получения на них рифлений осуществляют 5—10 рабочих ходов (в зависимости от шага рифлений). Накатывание ведут с подачей в обе стороны. Поперечную подачу роликов (вдавливание в поверхность) осуществляют в конце каждого рабочего хода без выхода роликов за пределы детали. Режим обработки: продольная подача 1...2 мм/об; окружная скорость при обработке заготовок из стали 10...20 м/мин, из чугуна 30...40 м/мин, из алюминия 70...80 м/мин; поперечная подача 0,05...0,1 мм/ход. Смазка осуществляется индустриальным маслом. Размер заготовки под накатывание рифлений принимают с учетом выдавливания металла роликами (диаметр накатываемой поверхности менее номинального диаметра примерно на 0,6 шага узора накатки). Для предотвращения проскальзывания ролика желательно, чтобы его диаметр был кратным диаметру накатываемой поверхности. Накатные ролики периодически прочищают стальной щеткой, удаляя из канавок металлическую пыль.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какой из способов отделочной обработки позволяет не только уменьшить высоту микронеровностей, но и повысить точность обработки?
2. Из каких материалов изготавливают притир?
3. Из чего состоит абразивная паста, используемая при притирке?
4. Что используется при выполнении процесса полирования?
5. Какое правило безопасности труда необходимо выполнять при полировании?
6. В чем состоит сущность пластического деформирования?
7. За счет чего имеет вращательное движение ролик или шарик обкатника?
8. Какой вид смазочно-охлаждающей жидкости используется при пластическом деформировании?
9. Как должны располагаться ролики при накатывании рифлений?
10. Каким образом подбирают размер заготовки под накатывание рифлений?
11. Каким образом желательно подбирать диаметр ролика для предотвращения проскальзывания?
12. Какие узоры могут иметь накатные ролики?

ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ СО СЛОЖНОЙ УСТАНОВКОЙ

10.1. ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК С УСТАНОВКОЙ В ЧЕТЫРЕХКУЛАЧКОВОМ ПАТРОНЕ

В четырехкулачковом патроне (см. рис. 3.2) каждый из кулачков перемещается независимо от остальных в пазах корпуса патрона, их перемещение осуществляется поворотом ключа, вводимого в гнездо винта сопрягаемого с резьбовой поверхностью кулачка.

При установке заготовки в четырехкулачковый патрон необходимо обратить внимание на совпадение оси заготовки с осью шпинделя, чтобы предотвратить биение заготовки при обработке. Предварительно ориентацию заготовки осуществляют с помощью кольцевых рисок, имеющих на торце корпуса патрона. Более точную выверку положения заготовки производят с помощью мелка, по рейсмасу, индикатору, штангенрейсмасу.

Выверка «на мелок» (рис. 10.1, а). Мелок подводят к медленно вращающейся заготовке и по следу, оставляемому мелком на поверхности, определяют, в какую сторону сместить кулачки для ориентирования обрабатываемой поверхности по оси шпинделя. Кулачок, возле которого остается след мелка на заготовке, подают к центру. Для этого предварительно освобождают кулачок, расположенный на противоположной стороне патрона. Если след мелка располагается между двумя кулачками, то слегка освобождают два кулачка, расположенных на противоположной стороне от следа, а затем подают кулачки, между которыми расположился след мелка к центру. Кулачки освобождают по одному, одновременно поджимая противоположный, во избежание выпадения заготовки из кулачков патрона.

Выверка по рейсмасу (рис. 10.1, б). Основание рейсмаса устанавливают на поперечных салазках суппорта или на специальной плите, укладываемой на направляющие станины под патроном. Конец иголки рейсмаса подводят к контролируемой поверхности с просветом величиной до 1 мм. Провертывая шпиндель вручную,

следят за изменением просвета и регулируют положение кулачков, добываясь теми же способами, что и при выверке «на мелок», постоянной величины просвета по всей окружности заготовки.

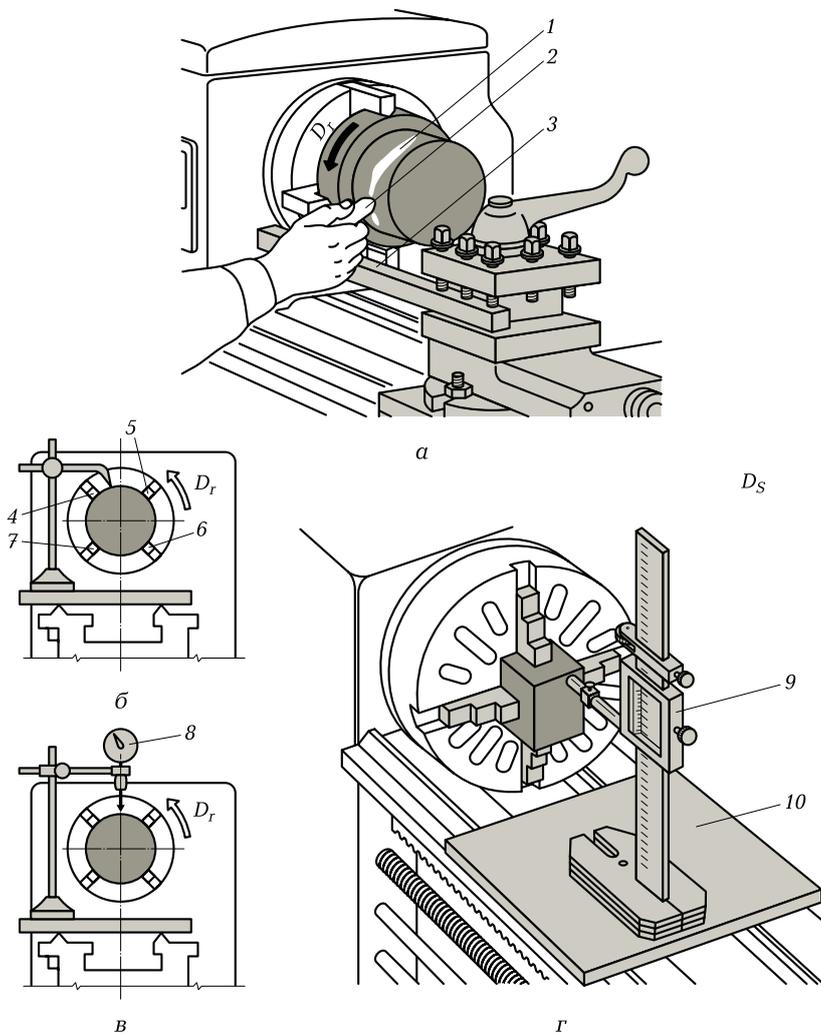


Рис. 10.1. Выверка заготовок, закрепленных в четырехкулачковом патроне: а — выверка «на мелок»; б — выверка по рейсмасу; в — выверка по индикатору часового типа; г — выверка по штангенрейсмасу; 1 — заготовка; 2 — мелок; 3 — упорная планка; 4—7 — кулачки патрона; 8 — индикатор часового типа; 9 — штангенрейсмас; 10 — плита; D_r — главное движение

Торцовое биение также выверяют по рейсмасу, причем положение заготовки регулируют постукиванием молотка. Для выверки заготовки по ранее обработанной поверхности применяют медный молоток. После выверки все кулачки патрона надежно закрепляют (затягивают). Окончательный зажим кулачков осуществляют в последовательности: 1—3—2—4.

Выверка по индикатору часового типа (рис. 10.1, в). Стойку индикатора часового типа устанавливают на суппорте. Штифт индикатора часового типа подводят к обрабатываемой поверхности заготовки и поворотом патрона вручную контролируют биение. Точность установки при контроле по индикатору часового типа достигается до 0,01 мм.

Выверка по штангенрейсмасу (рис. 10.1, г). Штангенрейсмас устанавливают на плите. Острие ножи штангенрейсмаса подводят к заготовке, на которой нанесены разметочные риски, и производят выверку так же, как и рейсмасом. Наличие у штангенрейсмаса движка с нониусом позволяет, кроме того, контролировать смещение кулачков и точно устанавливать их на нужном расстоянии от оси шпинделя.

10.2. УСТАНОВКА ЗАГОТОВОК НА ПЛАНШАЙБЕ И НА УГОЛЬНИКЕ

Установка заготовки на планшайбе. Планшайба представляет собой чугунный диск с пазами или отверстиями. Она наворачивается на шпиндель и вращается вместе с ним. Обычно на планшайбах закрепляют заготовки сложной формы. Закрепление производят прихватами Г-образной формы, в этом случае зажим заготовки осуществляется навинчиванием гайки на стержень прихвата с обратной стороны планшайбы (рис. 10.2, а).

Закрепление может производиться также планками, которые прижимают заготовку к поверхности планшайбы с помощью болтов и гаек (рис. 10.2, б). Заготовку закрепляют вначале предварительным затягиванием гаек крест-накрест (например, I—III—II—IV), а затем окончательным.

Затягивание гаек с усилием, вызывающим деформацию заготовки, не допускается. После закрепления и обработки первой заготовки на планшайбе устанавливают упоры (рис. 10.2, в), соприкасающиеся в нескольких точках с поверхностью заготовки. По этим упорам фиксируются положение последующих заготовок партии, что сокращает время выверки и закрепления.

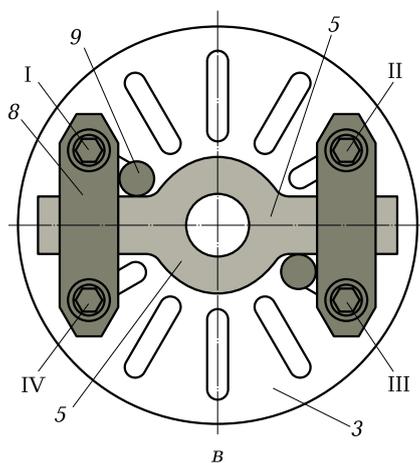
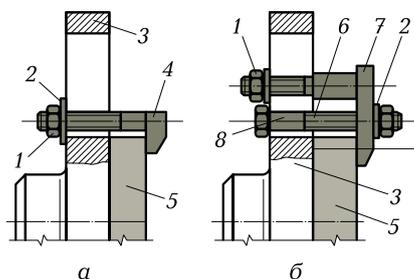


Рис. 10.2. Закрепление заготовки на планшайбе:

a — костылями; *б* — Г-образными прихватами; *в* — планками через заготовку; 1 — гайка; 2 — шайба; 3 — планшайба; 4 — костыль; 5 — заготовка; 6 — болт; 7 — Г-образный прихват; 8 — планка; 9 — упор; I, II, III, IV — нумерация болтов

Важным условием обработки на планшайбе является уравнивание заготовки. Противовес устанавливается с более легкой стороны планшайбы. Он может собираться из чугунных шайб одинакового диаметра. При обработке с закреплением заготовки на планшайбе необходимо периодически проверять надежность крепления заготовки и противовеса. При обработке отверстий в заготовках, у которых ось отверстия должна быть параллельна основанию, например в корпусе подшипника скольжения, на планшайбе закрепляют угольник.

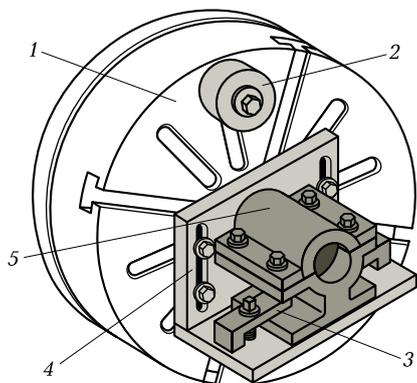


Рис. 10.3. Установка заготовки на угольнике:

1 — планшайба; 2 — противовес; 3 — прихват; 4 — угольник; 5 — заготовка

Установка заготовки на угольнике (рис. 10.3). Рабочие плоскости угольника взаимно-перпендикулярны. Угольник крепят болтами к планшайбе за вертикальную плоскость, а заготовку к горизонтальной плоскости угольника. Угольник и заготовку уравнивают противовесом. Положение заготовки выверяют рейсмасом.

10.3. УСТАНОВКА НЕЖЕСТКИХ ВАЛОВ

Нежесткими называются валы, которые в процессе обработки прогибаются под давлением резца и собственным весом. Вал считается нежестким, если $\frac{L}{d} \geq 10 \dots 12$.

Чтобы заготовка не отжималась во время обработки, нежесткий вал закрепляют не только в центре или в патроне, его еще поджимают специальными приспособлениями, называемыми люнетами (рис. 10.4). Отжим заготовки может привести к тому, что у обработанной детали будет увеличен размер в средней части вала, т.е. появится бочкообразность, могут возникнуть сильные вибрации при обработке и заготовка даже может вырваться из центров.

Люнеты бывают неподвижные, закрепляемые на направляющих станины (рис. 10.4, а), и подвижные, закрепляемые на каретке суппорта и движущиеся вместе с ним (рис. 10.4, б). Люнеты имеют ку-

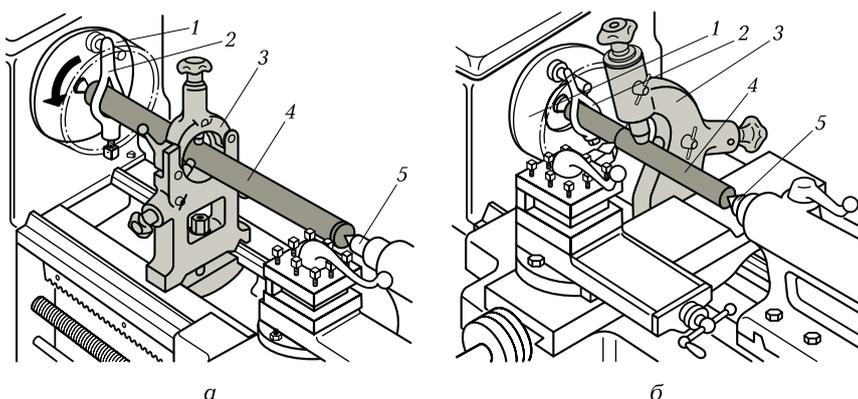


Рис. 10.4. Обработка нежестких валов:

а — закрепленных в неподвижный люнет; б — закрепленных в подвижный люнет; в — роликовый кулачок; 1 — планшайба; 2 — хомут; 3 — люнет; 4 — заготовка; 5 — задний центр



в

лачки из антифрикционного материала (обычно из бронзы), которые прижимают к заготовке и этим препятствуют ее отжиму в процессе резания. Кулачки необходимо периодически смазывать.

При обтачивании валов твердосплавными резцами с высокой скоростью резания бронзовые кулачки люнета сильно нагреваются и изнашиваются, кроме того, возможно заклинивание заготовки, поэтому люнет часто оснащают роликовыми кулачками.

Обработка валов в люнетах требует определенного навыка и аккуратности, так как малейший пережим одного из кулачков может вызвать прогиб заготовки и брак детали.

Отверстия можно обрабатывать, закрепив длинный вал одним концом в патроне, а другим — в неподвижном люнете, можно подрезать торец и обработать осевое отверстие.

Кулачки люнета должны касаться обработанной поверхности, поэтому перед установкой люнета сначала нужно либо проточить шейку вала под люнет на пониженных режимах резания, либо надеть люнетную втулку и закрепить ее на валу винтами. Перед установкой кулачков люнета проверяют биение наружной поверхности втулки с помощью индикатора часового типа, установку кулачков люнета производят только при отсутствии биения.

Черновую обработку нежесткого вала и подрезание торцевой поверхности рекомендуется выполнять с помощью неподвижного люнета, а чистовую — с помощью подвижного люнета.

10.4. УСТАНОВКА ЗАГОТОВОК ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЭКСЦЕНТРИКОВЫХ ДЕТАЛЕЙ

Эксцентрикными называются детали, у которых оси отдельных поверхностей смещены параллельно осям других поверхностей. К таким деталям относятся эксцентрикные диски — ось отверстия смещена относительно оси диска, эксцентрикные валы — ось цапфы смещена относительно оси вала, коленчатые валы — оси шатунных шеек смещены относительно осей коренных шеек (рис. 10.5).

Обработку эксцентрикных дисков осуществляют различными способами, используя закрепление заготовок в четырехкулачковом патроне, на оправке, в трехкулачковом патроне. Предварительно обточенный диск зажимают в четырехкулачковом патроне с выверкой положения его центра O_2 по рейсмасу. Затем патрон ставят так, чтобы два его кулачка расположились горизонтально, а к заготовке подводят резец или металлический стержень, закрепленные в резцедержателе.

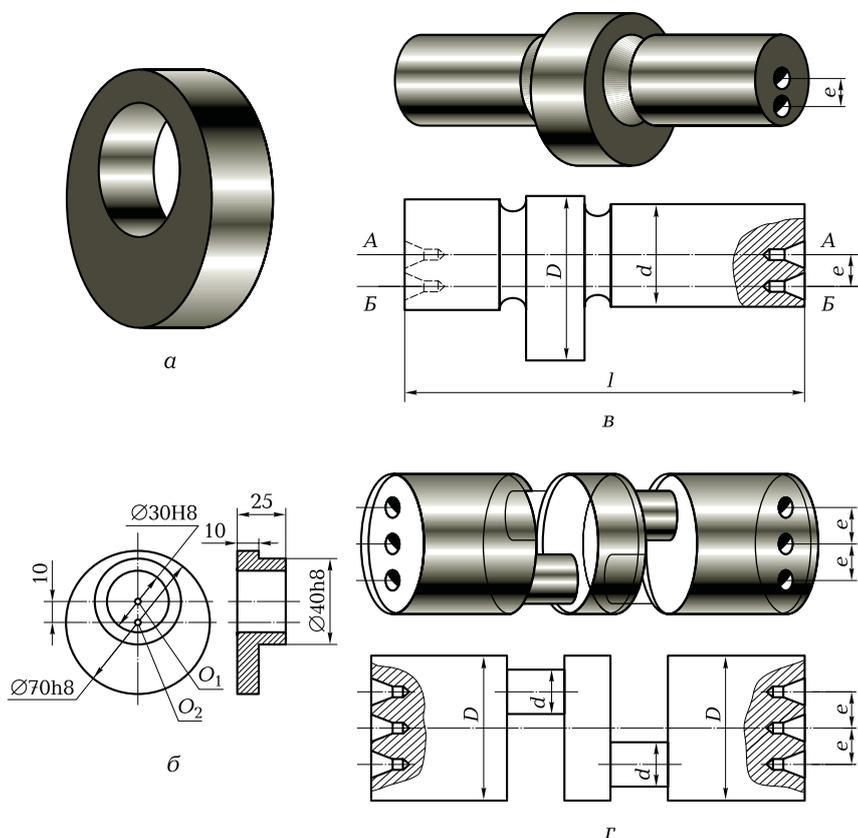


Рис. 10.5. Эксцентриковые детали:

a — эксцентриковый диск без ступицы; *б* — эксцентриковый диск со ступицей; *в* — эксцентриковый вал; *г* — коленчатый вал; O_1 — центр смещенного отверстия; O_2 — центр диска; e — эксцентриситет; А—А — ось коренных шеек; Б—Б — ось шатунной шейки; d, D — диаметры цилиндрических поверхностей детали

По лимбу поперечного суппорта замечают деление, соответствующее соприкосновению стержня с заготовкой. Рукояткой поперечного суппорта отводят стержень к себе на величину эксцентриситета e (люфт между винтом и гайкой суппорта должен быть выбран), затем кулачки смещают до соприкосновения заготовки со стержнем. Соприкосновение (прижим) контролируют бумажкой, защемленной между стержнем и заготовкой: бумажка должна извлекаться с небольшим сопротивлением. Теперь центр O_1 эксцентричного отверстия будет находиться против оси шпинделя и эксцентриситет e будет выдержан — можно сверлить и растачи-

вать или развертывать отверстие. Точнее смещение кулачков контролируют индикатором (с точностью до 0,01 мм), закрепленным в резцедержателе. Если диск имеет предварительно обработанное отверстие, то обрабатывают наружную поверхность диска, установив его отверстием на оправку, закрепленную в четырехкулачковом патроне, и смещают на величину эксцентриситета, описанным ранее способом. Для облегчения процесса обработки используют оправку, имеющую две пары центровых отверстий, расстояние между осями которых равно эксцентриситету. Оправку устанавливают в центрах, расположенных вдоль оси заготовки, обрабатывают одну из ее частей, затем ее перезакрепляют, устанавливая центры по другим центровым отверстиям и обрабатывают другую часть заготовки.

Для обработки эксцентриковой детали из заготовки, закрепленной в трехкулачковом патроне, необходимо под один из кулачков подложить мерную пластину.

Толщина пластины рассчитывается по формуле

$$h = 1,5e \left(1 + \frac{e}{2D} \right),$$

где h — толщина мерной пластины; e — величина эксцентриситета; D — диаметр заготовки.

10.5. УСТАНОВКА ЗАГОТОВОК ПРИ ОБРАБОТКЕ ОТВЕРСТИЙ В ТОНКОСТЕННЫХ ВТУЛКАХ

При растачивании отверстия в тонкостенной втулке, установленной и закрепленной в трехкулачковом самоцентрирующем патроне, происходит искажение обработанного отверстия — оно приобретает огранку. Это происходит в результате деформации стенок втулки кулачками патрона. При обработке отверстие получает цилиндрическую форму, но после извлечения детали из кулачков патрона деформированные стенки втулки занимают прежнее положение, а обработанное отверстие приобретает огранку (рис. 10.6). Для устранения возникающего дефекта тонкостенные втулки закрепляют в приспособления, в которых нагрузка распределяется более равномерно, например, в патроны с широкими сегментными или удлиненными кулачками (рис. 10.7, а, б). Можно также увеличивать толщину стенок, надевая на заготовку разрезную втулку (рис. 10.7, в).

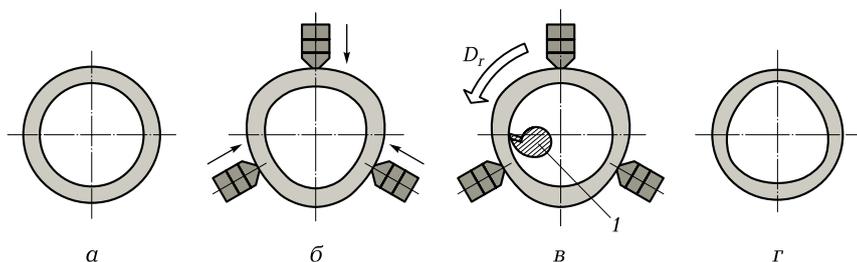


Рис. 10.6. Деформации, возникающие в процессе обработки тонкостенной втулки:

a — втулка до зажима в трехкулачковом патроне; *б* — втулка зажата в патроне; *в* — процесс растачивания; *г* — втулка после освобождения из патрона; *1* — резец; D_r — главное движение; \rightarrow — направление зажима кулачков

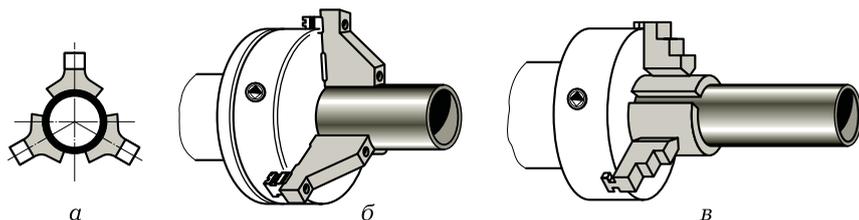


Рис. 10.7. Способы закрепления тонкостенных втулок:

a — при помощи широких (сегментных) кулачков; *б* — при помощи удлиненных кулачков; *в* — в резрезной втулке

Наиболее качественно отверстие в тонкостенной втулке получается при закреплении ее в гидропластном патроне по ранее обработанной наружной поверхности. В этом случае давление, оказываемое на наружную поверхность, распределяется равномерно и отверстие не подвергается деформации.

10.6. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЛОЖНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ В КАЧЕСТВЕ УСТАНОВОЧНЫХ БАЗ

В процессе обработки иногда приходится устанавливать заготовки по имеющимся сложным поверхностям, к которым относятся шлицевые, резьбовые, конические, фасонные, накатанные. Эта необходимость возникает из-за разных причин. Например, если обрабатывают венцы блока зубчатых колес, который имеет посту-

пательное перемещение вдоль оси вала по шлицевой поверхности, желательно для уменьшения биения устанавливать его на шлицевую оправку. В этом случае биение будет наименьшим. При необходимости обработать наружную поверхность соосно с обработанной конической поверхностью отверстия используют закрепление на конической оправке.

Коническая поверхность как чистовая база обеспечивает точное центрирование, быстроту и надежность крепления заготовок. Если в процессе обработки под давлением сил резания происходит заклинивание заготовки, то для снятия ее с приспособления используют сталкивающую гайку. При необходимости установить заготовку по конической или фасонной поверхностям в трехкулачковом патроне используют расточенные «сырые» кулачки, внутренние поверхности которых соответствуют наружным у закрепляемых заготовок.

Для базирования заготовки по резьбовой поверхности применяют резьбовые оправки, причем резьбу на этих оправках нарезают непосредственно на том станке, на котором обрабатывают данную заготовку: это обеспечивает необходимую соосность резьбовой поверхности заготовки с другими ее поверхностями. Для точного центрирования при базировании по резьбе на заготовке должен быть цилиндрический поясok (цапфа) или выточка, а на оправке аналогичная контрповерхность. При использовании в качестве установочной базы накатанной поверхности заготовку зажимают в кулачках патрона через разрезную втулку, чтобы не повредить рифления.

При использовании сложной установки можно достичь высокой точности обработки и добиться, чтобы обработанные детали выполняли свое служебное назначение.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Заготовки какой формы устанавливают и закрепляют с помощью четырехкулачкового патрона?
2. Какими способами осуществляют выверку расположения в четырехкулачковом патроне?
3. Какой формы заготовки устанавливают и закрепляют на планшайбе?
4. С помощью каких приспособлений закрепляют заготовку на планшайбе?
5. С какой целью устанавливается противовес при закреплении заготовки на планшайбе?

6. Какие валы называют нежесткими?
7. Какие дефекты могут возникнуть при обработке нежестких валов?
8. С какой целью используют люнеты?
9. Какие детали называют эксцентриковыми?
10. Каким образом можно закреплять эксцентриковые детали при обработке?
11. Почему отверстие, обработанное в тонкостенной втулке, приобретает огранку?
12. Какие поверхности деталей считают сложными?
13. Почему коническую поверхность выгодно использовать в качестве чистой базы?
14. Какие приспособления используют для базирования отверстия, имеющего резьбу?

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА ПРИ ОБРАБОТКЕ ЗАГОТОВОК НА ТОКАРНОМ СТАНКЕ

Значительно сократить основное время обработки на токарном станке можно, используя **силовое точение** — обработку при большой подаче резца. Геометрия резца для силового точения предложена изобретателем токарем В. А. Колесовым.

Резец имеет дополнительную режущую кромку с углом в плане $\varphi' = 0^\circ$. Длина этой кромки должна превышать подачу (рис. 11.1). При обработке с большой подачей дополнительная кромка зачищает шероховатости, оставленные главной режущей кромкой. Дополнительную кромку тщательно доводят и устанавливают строго параллельно оси заготовки.

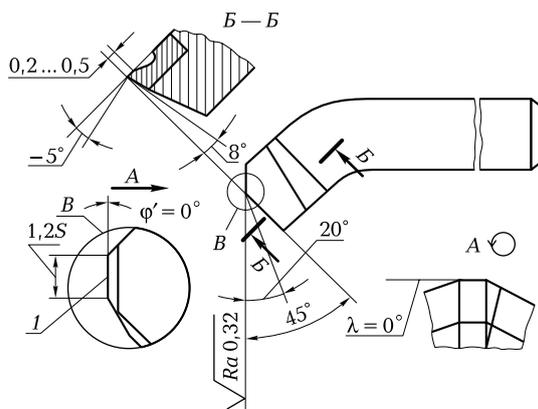


Рис. 11.1. Резец с дополнительной режущей кромкой:

φ' — вспомогательный угол в плане; S — величина подачи; λ — угол наклона главной режущей кромки; B — увеличение части резца; 1 — дополнительная режущая кромка

Силовое точение вызывает большое усилие сопротивления подаче, поэтому использование этого метода возможно только на достаточно мощных токарных станках.

Ротационное точение вращающимися (ротационными) резцами применяется при обработке труднообрабатываемых материалов (жаропрочных и коррозионно-стойких сталей и т.д.), когда к стойкости режущего инструмента предъявляются повышенные требования. Особенность ротационного резца заключается в том, что его режущая кромка имеет вид окружности. Резец установлен в державке свободно на подшипниках качения. Под действием сил трения, возникающих в процессе резания в местах контакта круглой режущей кромки резца с заготовкой, резец увлекается во вращение и автоматически обрабатывает заготовку.

Непрерывная смена рабочего участка режущей кромки создает интенсивный теплоотвод из зоны резания, это обеспечивает значительное повышение стойкости резца.

Точение многокромочными резцами. Обработка производится резцами, имеющими несколько режущих кромок, предназначенных для обработки различных поверхностей. Производительность труда в этом случае повышается за счет совмещения выполнения различных переходов (рис. 11.2).

Точение с применением многорезцовых наладок. Позволяет обрабатывать одну поверхность несколькими резцами. Обработка может производиться с расчленением припуска по длине (рис. 11.3, а) и с расчленением припуска по глубине (рис. 11.3, б).

Одну поверхность обрабатывают двумя-тремя резцами, каждый из которых протачивает только часть длины этой поверхно-

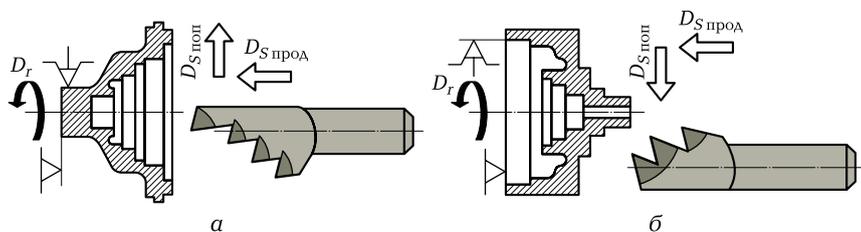


Рис. 11.2. Многокромочные резцы, используемые при обработке поверхностей разного диаметра:

а — растачивание ступенчатого отверстия; б — точение ступенчатой наружной поверхности; D_r — главное движение; $D_{S_{\text{прод}}}$ — движение продольной подачи; $D_{S_{\text{поп}}}$ — движение поперечной подачи; стрелками показано направление перемещения резцов

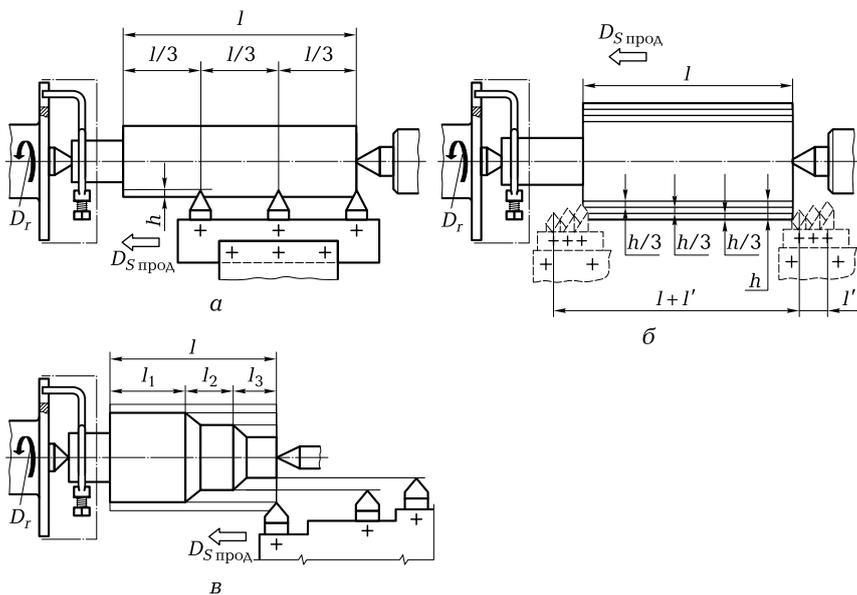


Рис. 11.3. Обработка заготовок с использованием многолезцовых наладок: *a* — расчленение припуска по длине; *б* — расчленение припуска по глубине; *в* — обработка ступенчатого вала; l — длина детали, которую необходимо обработать; h — припуск на обработку; l_1, l_2, l_3 — длины ступеней вала; l' — расстояние между вершинами резцов, установленных в державку; $D_{S\text{ прод}}$ — движение продольной подачи; D_r — главное движение; стрелками показано направление перемещений

сти. Предварительно резцы врезаются на заданную глубину при ручной поперечной подаче. Резцы закрепляют в резцедержателе непосредственно или при помощи дополнительных державок. При обработке заготовки таким способом сокращение основного времени происходит за счет уменьшения длины пути, который должен был бы пройти один резец.

Часто используется обработка заготовки с расчленением припуска по глубине.

Два или три резца устанавливаются в державке с различным вылетом: каждый резец срезает часть общего припуска на всей длине детали, после обработки всеми резцами припуск будет снят на полную глубину. В этом случае основное время сокращается за счет уменьшения числа рабочих ходов.

Возможна многолезцовая обработка заготовок ступенчатых деталей. Каждый резец выставляется на определенный диаметр и обтачивает одну ступень (рис. 11.3, в).

При указанном способе обработки основное время сокращается за счет уменьшения общей длины пути перемещения резца и сокращения числа рабочих ходов.

Для сокращения основного времени обработки иногда используют *задний резцедержатель*, в который устанавливаются дополнительные резцы, осуществляющие обработку поверхностей заготовки одновременно с резцами, установленными в резцедержателе.

Повышение производительности труда возможно также за счет *рационального выбора режимов резания*.

Наряду со способами сокращения основного времени, рассмотренными в этой главе, возможно использование и других методов.

Повышение производительности труда при обработке на токарных станках осуществляется также за счет сокращения вспомогательного времени обработки. Вспомогательное время обработки уменьшается при использовании типовых (рис. 11.4) технологических процессов. Типовой технологический процесс разрабатывается не на отдельную деталь, а на группу деталей с общими конструктивными признаками, которые могут быть изготовлены на одготипном оборудовании при помощи одних и тех же приспособлений и режущих инструментов. При подборе деталей в группу учитывают их форму, размеры, точность изготовления и шероховатость поверхностей.

На основе чертежей группы деталей разрабатывается чертеж комплексной детали, которая содержит все поверхности, присущие деталям группы. Технологический процесс механической обработки разрабатывают на эту комплексную деталь, и станок налаживают для изготовления этой детали. Такая наладка называется групповой. При изготовлении конкретной детали из группы требуется лишь небольшая подналадка станка.

Сократить время на установку инструмента позволяет использование револьверной головки, в гнездах которой устанавливаются различные инструменты в определенной технологической последовательности. Возможна установка от 6 до 12 инструментов, их замена производится поворотом револьверной головки.

Сокращение времени на измерение длин ступней деталей, имеющих несколько цилиндрических поверхностей разных диаметров, достигается использованием поворотного барабанного упора с регулируемыми винтами, которые ограничивают подачу каретки суппорта. Упорные винты выставляются из барабана на различную длину, соответствующую пути перемещения резца для

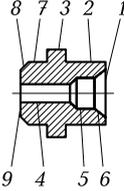
Эскизы деталей группы	Переходы									Комплексная деталь
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	Подрезание торца	Обтачивание поверхности	Обтачивание поверхности	Сверление отверстия	Сверление отверстия	Растачивание конуса	Обтачивание поверхности	Обтачивание фаски	Отрезание	
	◆	◆		◆					◆	
	◆	◆	◆	◆			◆		◆	
	◆	◆	◆	◆					◆	
	◆	◆	◆	◆	◆	◆			◆	
	◆	◆	◆	◆		◆			◆	
	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	

Рис. 11.4. Типовой технологический процесс обработки группы деталей типа «втулка»:

1...9 — обрабатываемые поверхности детали: 1 — торцовая поверхность; 2 — цилиндрическая поверхность; 3 — цилиндрическая поверхность фланца; 4 — отверстие; 5 — отверстие; 6 — коническая поверхность; 7 — цилиндрическая поверхность; 8 — фаска; 9 — торцовая поверхность

обработки поверхностей ступней разного диаметра у изготавливаемых деталей. Наладку упора производят по изготовленной детали, после этого контролируют правильность обработки выборочно.

Особенно эффективным путем повышения производительности труда является использование *быстрозажимных пневматических и гидравлических приспособлений*, которые позволяют значительно ускорить процесс закрепления заготовки.

Например, время, затрачиваемое для закрепления заготовки в пневматическом патроне в 1,5 раза меньше, чем в трехкулачном самоцентрирующем патроне.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какими путями можно повысить производительность труда?
2. Почему обработка ротационными резцами может производиться с высокой скоростью резания?
3. За счет чего происходит повышение производительности труда при обработке ступенчатых валов с разделением припуска по глубине?
4. Каким образом использование барабанного упора позволяет повысить производительность труда?
5. За счет сокращения какого времени повышается производительность труда при использовании пневматических и гидравлических устройств?
6. Каковы особенности резца Колесова?
7. Какое время сокращается при использовании револьверной головки?
8. Как влияет автоматизация производства на производительность труда?
9. Каким образом можно сократить время обработки группы однотипных деталей?
10. Как можно сократить время обработки однотипных деталей?

ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ

При выполнении работ на токарных станках токарь должен выполнять все общие правила безопасной работы на металлорежущих станках и целый ряд специфических правил, используемых только при токарной обработке:

1. При использовании прутка в качестве заготовки необходимо следить, чтобы его конец, выступающий с противоположной стороны шпинделя, был огражден на всю длину. Ограждение должно быть прочным. Длина прутка должна соответствовать паспортным данным станка.

2. Закреплять заготовку в патроне за достаточно большую ее часть. Желательно, чтобы из кулачков патрона выступало не более 2—3 диаметров заготовки. При большем вылете заготовки необходимо поджимать ее при обработке центром, установленным в заднюю бабку.

3. При обработке нежестких заготовок, длина которых превышает диаметр более чем в 10 раз, а при скоростном или силовом точении в 8 раз, использовать люнеты.

4. Вылет резца из резцедержателя не должен превышать более чем в 1,5 раза высоту державки.

5. При установке резцов относительно оси центров под основание резца нужно устанавливать хорошо обработанные подкладки, чтобы добиться требуемого расположения резца. Подкладки должны соответствовать размерам основания резца и не должны быть смещены относительно друг друга.

6. При обработке вязких материалов применять конструкции резцов, позволяющие дробить образующуюся сливную стружку, например, резцы с накладными стружколомателями или с канавками на передней поверхности резца.

7. При обработке твердых хрупких материалов с образованием стружки надлома использовать в процессе обработки специальные стружкоотражатели, прозрачные экраны или индивидуальные средства защиты, например очки.

8. Стружку удалять только специальным крючком, щеткой или скребком. Категорически запрещается удалять стружку руками или струей воздуха.

9. Подводить режущий инструмент к уже вращающейся заготовке.

10. Выключать вращение заготовки после отвода инструмента.

11. Запрещается тормозить вращающийся шпиндель рукой.

12. Запрещается поддерживать отделяемую часть заготовки рукой при отрезании.

13. При выполнении ручных операций отводить суппорт, заднюю бабку на безопасное расстояние.

14. При выполнении работ с использованием пиноли ее вылет должен быть минимальным.

15. Измерение обрабатываемой детали должно производиться только после выключения фрикциона, отвода суппорта и задней бабки.

16. Запрещается облокачиваться на станок и размещать заготовки и другие предметы на направляющих станка.

17. Запрещается оставлять в задней бабке или револьверной головке инструменты, которые не используются при обработке данной заготовки.

18. Устанавливать и снимать патроны, планшайбы необходимо с помощью специальных приспособлений или при помощи грузо-подъемного устройства, оснащенного специальным захватом.

19. Запрещается допускать воздействия движущихся частей станка на электропроводку, трубопроводы подачи жидкости или воздуха.

20. Запрещается переносить через работающий станок какие-либо предметы.

Необходимо также выполнять все правила безопасной работы при выполнении различных видов обработки, указанные в тексте учебного пособия в отдельных главах.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Почему при обработке прутка необходимо следить за тем, чтобы его конец, выступающий с противоположной стороны

- шпинделя, был огражден на всю длину и ограждение было прочным?
2. Как необходимо закреплять заготовку, если из патрона выступает ее часть, превышающая 2—3 диаметра?
 3. Какое приспособление необходимо использовать, если производится обработка нежесткого вала?
 4. Почему запрещается убирать стружку руками?
 5. Что нужно использовать при установке резцов относительно оси центров?
 6. Можно ли работать на станке с забинтованными руками?
 7. Можно ли измерять заготовку, не отключая шпиндель?
 8. С какой целью около станка укладывают деревянную решетку?
 9. Какова должна быть величина вылета пиноли из корпуса задней бабки?
 10. С какой целью волосы рабочего необходимо прятать под головной убор?

Список литературы

1. *Багдасарова Т.А.* Допуски и технические измерения : Лабораторно-практические работы : учеб. пособие для нач. проф. образования / Т.А.Багдасарова. — М. : Издательский центр «Академия», 2010. — 64 с.
2. *Багдасарова Т.А.* Технология токарных работ : учебник для нач. проф. образования / Т.А.Багдасарова. — М. : Издательский центр «Академия», 2010. — 160 с.
3. *Багдасарова Т.А.* Токарное дело : раб. тетрадь : учеб. пособие для нач. проф. образования / Т.А.Багдасарова. — 4-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2008. — 112 с.
4. *Багдасарова Т.А.* Токарь : Оборудование и технологическая оснастка : учеб. пособие / Т.А.Багдасарова. — М. : Издательский центр «Академия», 2007. — 64 с.
5. *Багдасарова Т.А.* Токарь : Технология обработки : учеб. пособие / Т.А.Багдасарова. — 2-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2010. — 80 с.

Предисловие.....	4
Глава 1. Обработка заготовок на станках токарной группы	5
1.1. Основные сведения.....	5
1.2. Заточка резцов.....	10
1.3. Режимы резания.....	12
1.4. Рабочее место токаря и его организация.....	14
Глава 2. Устройство, принцип работы и кинематика станков токарной группы	17
2.1. Типы станков токарной группы.....	17
2.2. Передачи, используемые в токарных станках.....	19
2.3. Детали, используемые в токарных станках.....	24
2.4. Понятие о кинематических схемах.....	28
2.5. Типовые механизмы, используемые в конструкциях станков.....	28
2.6. Токарно-винторезные станки.....	29
2.7. Диагностирование неисправностей токарно-винторезного станка....	40
2.8. Приводы токарных станков.....	42
2.8.1. Гидроприводы.....	42
2.8.2. Пневмоприводы.....	45
2.8.3. Электрические приводы.....	46
2.9. Проверка токарного станка на точность.....	50
Глава 3. Оснастка токарных станков	55
Глава 4. Технология обработки наружных цилиндрических и торцовых поверхностей	65
4.1. Общие сведения о цилиндрических поверхностях.....	65
4.2. Способы установки и закрепления заготовок при обработке.....	66
4.3. Резцы для обработки наружных цилиндрических и торцовых поверхностей.....	69
4.4. Обработка наружных цилиндрических поверхностей.....	71
4.5. Обработка торцевых поверхностей и уступов.....	74
4.6. Вытачивание канавок и отрезание.....	75
4.7. Контроль деталей после обработки цилиндрических и торцевых поверхностей.....	77
Глава 5. Технология обработки цилиндрических отверстий	80
5.1. Способы обработки отверстий.....	80

5.2. Сверление и рассверливание.....	81
5.2.1. Технология сверления.....	83
5.2.2. Элементы режима резания при сверлении	85
5.3. Зенкерование.....	86
5.4. Растачивание.....	89
5.5. Развертывание	92
5.5.1. Технология развертываний.....	94
5.5.2. Элементы режимов резания при развертывании	96
5.5.3. Дефекты, возникающие при обработке отверстий, и методы контроля отверстий.....	96
Глава 6. Технология нарезания резьб.....	99
6.1. Общие сведения о резьбах	99
6.2. Инструменты, используемые при изготовлении резьбы	102
6.3. Технология нарезания крепежных резьб	105
6.3.1. Нарезание резьбы плашками	105
6.3.2. Нарезание резьбы метчиками	106
6.3.3. Нарезание резьбы резьбонарезными головками	108
6.3.4. Технология нарезания резьб резцами.....	109
6.3.5. Способы скоростного нарезания резьбы	118
6.4. Виды дефектов резьбовой поверхности.....	120
Глава 7. Технология обработки конических поверхностей.....	123
7.1. Общие сведения о конических поверхностях	123
7.2. Способы получения конических поверхностей	125
7.2.1. Обработка конических поверхностей широким резцом	126
7.2.2. Обработка конических поверхностей поворотом верхней части суппорта	127
7.2.3. Обработка конических поверхностей смещением задней бабки в поперечном направлении	128
7.2.4. Обработка конической поверхности при помощи копировальной (конусной) линейки.....	130
7.2.5. Обработка внутренних конических поверхностей.....	132
7.3. Дефекты, возникающие при обработке конических поверхностей.....	133
Глава 8. Технология обработки фасонной поверхности	135
8.1. Общие сведения о фасонных поверхностях	135
8.2. Инструмент, используемый при обработке фасонных поверхностей.....	136
8.3. Технология обработки фасонных поверхностей.....	138
8.4. Контроль фасонной поверхности.....	142
Глава 9. Технология отделки поверхностей	145
9.1. Общие сведения	145
9.2. Притирка или доводка.....	146
9.3. Полирование	148
9.4. Пластическое деформирование	148
9.5. Накатывание рифлений.....	150

Глава 10. Технология обработки деталей со сложной установкой	152
10.1. Обработка заготовок с установкой в четырехкулачковом патроне	152
10.2. Установка заготовок на планшайбе и на угольнике	154
10.3. Установка нежестких валов	156
10.4. Установка заготовок для обработки эксцентриковых деталей	157
10.5. Установка заготовок при обработке отверстий в тонкостенных втулках	159
10.6. Использование сложных поверхностей в качестве установочных баз	160
Глава 11. Пути повышения производительности труда при обработке заготовок на токарном станке	163
Глава 12. Правила безопасной работы на токарных станках	169
Список литературы	172

Учебное издание

Багдасарова Татьяна Ануфриевна
Выполнение работ по профессии «Токарь»
Пособие по учебной практике

Учебное пособие

2-е издание, стереотипное

Редактор *М. С. Кубай*
Технический редактор *Н. И. Горбачёва*
Компьютерная верстка: *С. Ф. Фёдорова*
Корректор *С. Ю. Свиридова*

Изд. № 702216569. Подписано в печать 20.01.2016. Формат 60 × 90/16.
Гарнитура «Балтика». Усл. печ. л. 11,0. Заказ №

ООО «Издательский центр «Академия». www.academia-moscow.ru
129085, Москва, пр-т Мира, 101В, стр. 1.
Тел./факс: (495) 648-0507, 616-00-29.

Санитарно-эпидемиологическое заключение № РОСС RU. АЕ51. Н 16679 от 25.05.2015.