

СТРУКТУРА МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО СТАНКА

Станки состоят из некоторых основных частей (узлов), которые составляют структуру каждого станка.

Несущая система состоит из последовательного набора соединённых между собой базовых деталей, которые определяют правильность взаимного расположения

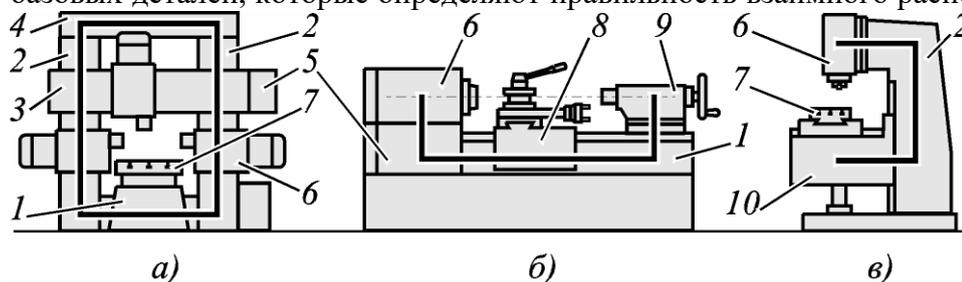


Рис. 3.2. Формы несущей системы станков:

а – продольно-фрезерного; *б* – токарного; *в* – консольно-фрезерного; 1 – станина; 2 – стойка; 3 – траверса; 4 – балка; 5 – коробка подач; 6 – шпиндельная бабка; 7 – стол; 8 – суппорт; 9 – задняя бабка; 10 – консоль

инструмента и заготовки под воздействием силовых и температурных факторов. Несущая система состоит главным образом из корпусных деталей. Корпусные детали разделяют на три группы:

- детали типа *брусьев* (горизонтальные станины (рис. 3.1, *а*) и вертикальные стойки (*в*), поперечины, балки, траверсы (рис. 3.2));
- детали типа *пластин* (столы (см. рис. 3.1, *б*), суппорты, планшайбы);
- детали типа *коробок* (корпуса шпиндельных бабок, коробки скоростей и подач, консоли (см. рис. 3.2)).

Несущая система определяет компоновку станка, которая влияет на его точность, удобство обслуживания, возможность встраивания в автоматическую линию и др. Наибольшей жёсткостью обладает несущая система в форме замкнутой рамы-портала (см. рис. 3.2, *а*), но чаще всего несущая система имеет форму скобы (см. рис. 3.2, *б, в*). Соединения базовых поверхностей между собой могут быть неподвижными (стыки) или подвижными (направляющие).

При в од — устройство, служащее для приведения в действие исполнительного органа станка.

В механический привод входят источник движения (обычно электродвигатель) и механические передачи с устройствами управления ими. Реже в станках используются гидравлические, пневматические и другие приводы.

Разновидности приводов станков:

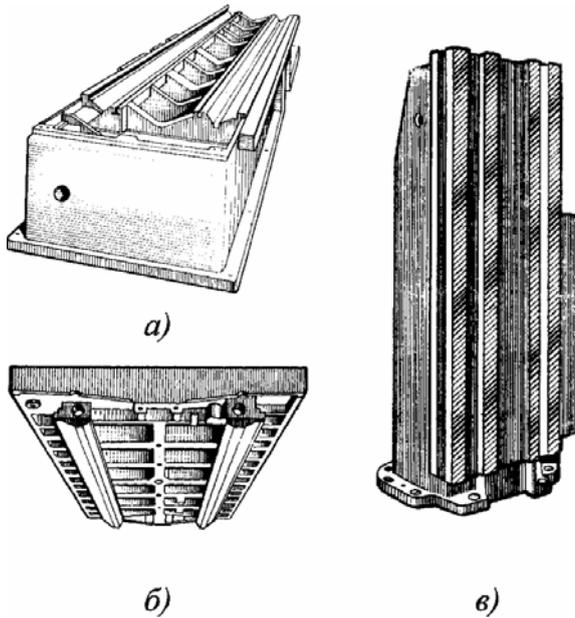


Рис. 3.1. Детали несущей системы станка:
a – станина; *б* – стол; *в* – стойка

Главный привод сообщает движение инструменту или заготовке для осуществления процесса резания с соответствующей скоростью. В большинстве случаев это вращательное движение шпинделя, в котором закреплён режущий инструмент (заготовка). Может быть и прямолинейное движение.

Привод подачи сообщает перемещение инструменту относительно заготовки (или наоборот) для формообразования поверхности заготовки. Чаще всего это прямолинейное движение. Может быть и круговая подача (например, поворот круглого стола).

Исполнительный орган станка — подвижное конечное звено кинематической группы (привода), непосредственно участвующее в образовании траектории исполнительного движения (основного, вспомогательного, движения управления).

Более узкое понятие — рабочий орган станка, осуществляющий движение заготовки (инструмента) в процессе формообразования (шпиндель, стол, суппорт, ползуны и т.д.).

Манипулирующие устройства используются для автоматизации различных вспомогательных движений в станке: смены заготовок, их зажима, перемещения или поворота, смены режущих инструментов и т.п. Многооперационные станки часто оснащаются манипуляторами для смены инструмента, поворотными устройствами для смены заготовки и др.

Устройства управления необходимы для подачи нужных команд в нужные моменты работы станка, обеспечивающих управление им. Они могут быть с ручным обслуживанием оператором (различные рукоятки, рычаги, кнопки), с механической системой управления (кулачковые механизмы, путевые выключатели) с цикловым (ЦПУ) или числовым программным управлением (ЧПУ).

Контрольные и измерительные устройства предназначены для автоматизации наблюдения за правильностью работы станка. С их помощью контролируют состояние наиболее ответственных частей станка (температуру подшипников шпинделя, нагрузку электродвигателя главного движения, величину перемещения рабочих органов, состояние режущего инструмента, измеряют заготовку и т.д.).

КИНЕМАТИЧЕСКИЕ СХЕМЫ СТАНКОВ

Любой механизм состоит из отдельных деталей, определённым образом соединённых между собой. Соединение двух соприкасающихся деталей, допускающее их относительное движение, называется кинематической парой (например, зубчатые колеса). Детали, образующие кинематическую пару, называются звеньями.

Пара, в которой отсутствует относительное движение между соприкасающимися звеньями, называется соединением (резбовым, штифтовым, заклёпочным). В кинематических парах звено задающее движение называется ведущим, а звено получающее движение — ведомым. Параметры передачи, относящиеся к ведущим звеньям, обозначаются с нечётным индексом, а параметры передачи, относящиеся к ведомым звеньям — с чётным индексом. Кинематическая цепь — это последовательное соединение кинематических пар.

Движения в станках осуществляются чаще всего с помощью механических кинематических связей, состоящих из зубчатых, ремённых и других передач и соединений, а иногда и с помощью немеханических кинематических связей (электрических, гидравлических, пневматических).

Совокупность названных выше связей условно изображают на кинематической, гидравлической или другой схеме. Иногда схема может быть комбинированной — например, гидрокинематической.

Все элементы связей (кинематических цепей) на кинематических схемах изображают в виде условных обозначений (прилож. 2). Условное изображение кинематических цепей станка на чертеже называется кинематической схемой (прилож. 3...8). На кинематических схемах указывают также номера валов (римскими цифрами), число зубьев зубчатых и червячных колёс и их модуль, число заходов червяков, шаги ходовых винтов, диаметры шкивов, мощность и частоту вращения двигателей.

СТАНИНЫ И НАПРАВЛЯЮЩИЕ

5.1. Станины

Станина — основная корпусная часть станка, служащая для пространственного расположения и кинематической связи других узлов, а также для восприятия действующих силовых факторов между ними при работе.

Требования, предъявляемые к станинам:

- *жесткость* — способность конструкции сопротивляться деформированию под действием силовых нагрузок;
- *виброустойчивость* — способность конструкции при определённых вибрациях выполнять заданные функции, сохраняя значения параметров в пределах норм;
- *прочность* — способность конструкции не разрушаться под действием приложенных сил;
- *технологичность* — приспособленность конструкции к оптимальным затратам при её производстве, эксплуатации и ремонте;
- *износостойкость направляющих* (если они изготовлены за одно целое со станиной);
- минимально возможная *металлоёмкость* (масса);
- удобство *удаления стружки*.

Материалы, из которых изготавливают станины:

- *литые* из чугуна (СЧ30, СЧ35, СЧ40) — для серийно выпускаемых станков;
- *сварные* из стали (Ст3, Ст5) — единичное, опытное производство станков;
- *монолитные* (гранитные, железобетонные) — для станин тяжёлых и особо точных станков, измерительных машин; обладают повышенной жёсткостью, виброустойчивостью, малой чувствительностью к температурным деформациям.

5.2. Направляющие

Направляющие и называют поверхности двух сопрягаемых корпусных деталей, обеспечивающие движение одной детали относительно другой по прямой линии или окружности. Направляющие обеспечивают необходимую точность перемещения рабочих органов станка.

Требования, предъявляемые к направляющим:

- высокая геометрическая точность;
- высокая жёсткость;
- высокая износостойкость;
- между соприкасающимися поверхностями направляющих должна быть минимальная сила трения (чтобы обеспечить высокую точность перемещения и стабильность положения узлов — точность позиционирования).

Чаще всего направляющие станков изготавливают из чугуна за одно целое со станиной. Однако, встречаются и накладные направляющие.

Накладные направляющие (закрепляются механически или приклеиваются к станине, например, гранитной) изготавливают из следующих материалов:

- конструкционная углеродистая сталь (*сталь 15, 20*);
- легированная сталь (*40Х, ШХ15, 38ХМЮА*);
- синтетические материалы (текстолит, полиамид, фторопласт и др.);
- цветные сплавы (бронза, цинковый сплав ЦАМ — для тяжёлых станков).

5.3. Классификация направляющих

По виду трения:

- направляющие *скольжения* (рис. 5.1). По виду смазки в них может применяться: смазка полужидкостная, жидкостная (гидростатические направляющие), газовая (аэростатические направляющие);
- направляющие *качения*. В зависимости от формы тел качения: роликовые (рис. 5.2, 5.3) и шариковые (редко в виду плохой несущей способности).

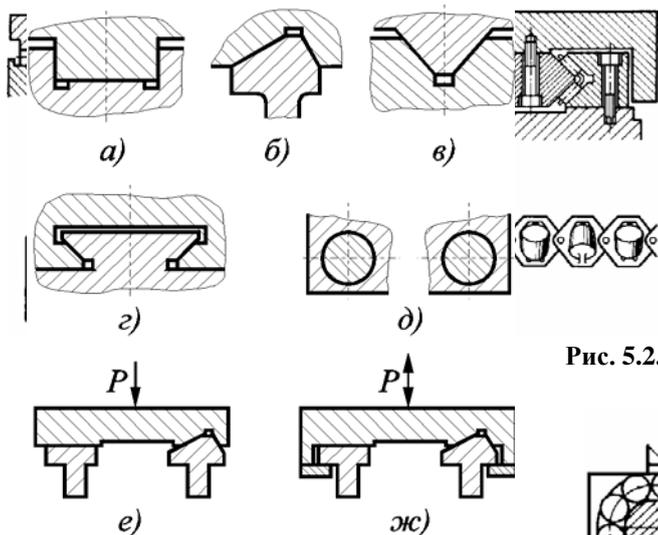


Рис. 5.1. Направляющие станков:

a – прямоугольные; *б, в* – треугольные (несимметричные и симметричные); *г* – типа “ласточкин хвост”; *д* – цилиндрические; *е* – незамкнутые; *ж* – замкнутые

Рис. 5.2. Роликовые направляющие качения

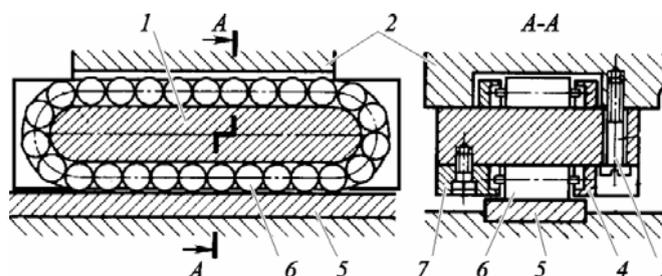


Рис. 5.3. Направляющие с роликовыми опорами:

1 – корпус; *2* – подвижная деталь (например, салазки); *3* – винты установочные; *4* и *7* – обоймы; *5* – направляющая станины; *6* – ролики

При большой длине хода всё шире применяются направляющие с роликовыми опорами (“танкетки”), одна из которых показана на рис. 5.3. Корпус *1* у них привёрнут к верхней подвижной детали *2* (например, к салазкам) винтами *3*. Вертикальные силы, действующие на салазки, через корпус *1* и нижние ролики *6* замыкаются на стальную накладную направляющую *5*. Цапфы на торцах роликов *6* входят в выточки обойм *4* и *7*, охватывающих корпус *1* по длине и прикреплённых к нему. Обоймы удерживают ролики от выпадания на закругленных концах корпуса. При движении салазок *2* ролики циркулируют по замкнутому контуру вокруг корпуса *1*.

По форме профиля:

- *прямоугольные* направляющие (рис. 5.1, *a*);
- *треугольные* несимметричные (*б*) и симметричные (*в*);
- *остроугольные* (типа “ласточкин хвост”) (*г*);
- *цилиндрические* (скальчатые или штанговые) (*д*);
- *комбинированные* (например, прямоугольная и треугольная) (*е*).

Если нижняя горизонтальная направляющая любой формы выпуклая, то на ней хуже удерживается смазочный материал, но не задерживается и попавшая стружка. Вогнутой направляющей может быть заполнена смазочным материалом, но при недостаточной защите скапливает стружку и грязь.

Для предотвращения отрыва верхнего узла при действии опрокидывающих моментов направляющие должны быть *замкнутыми* (см. рис. 5.1, *ж*).

ОСИ И ВАЛЫ

Ось — деталь машин и механизмов, служащая для *поддержания* вращающихся частей и работающая только на изгиб (например, оси промежуточных зубчатых колёс). Оси бывают вращающиеся и неподвижные.

Вал — вращающаяся на опорах деталь машины, предназначенная для *поддержания* установленных на ней зубчатых колёс, шкивов и т.п. и *для передачи вращающего момента*. При работе вал испытывает изгиб и кручение.

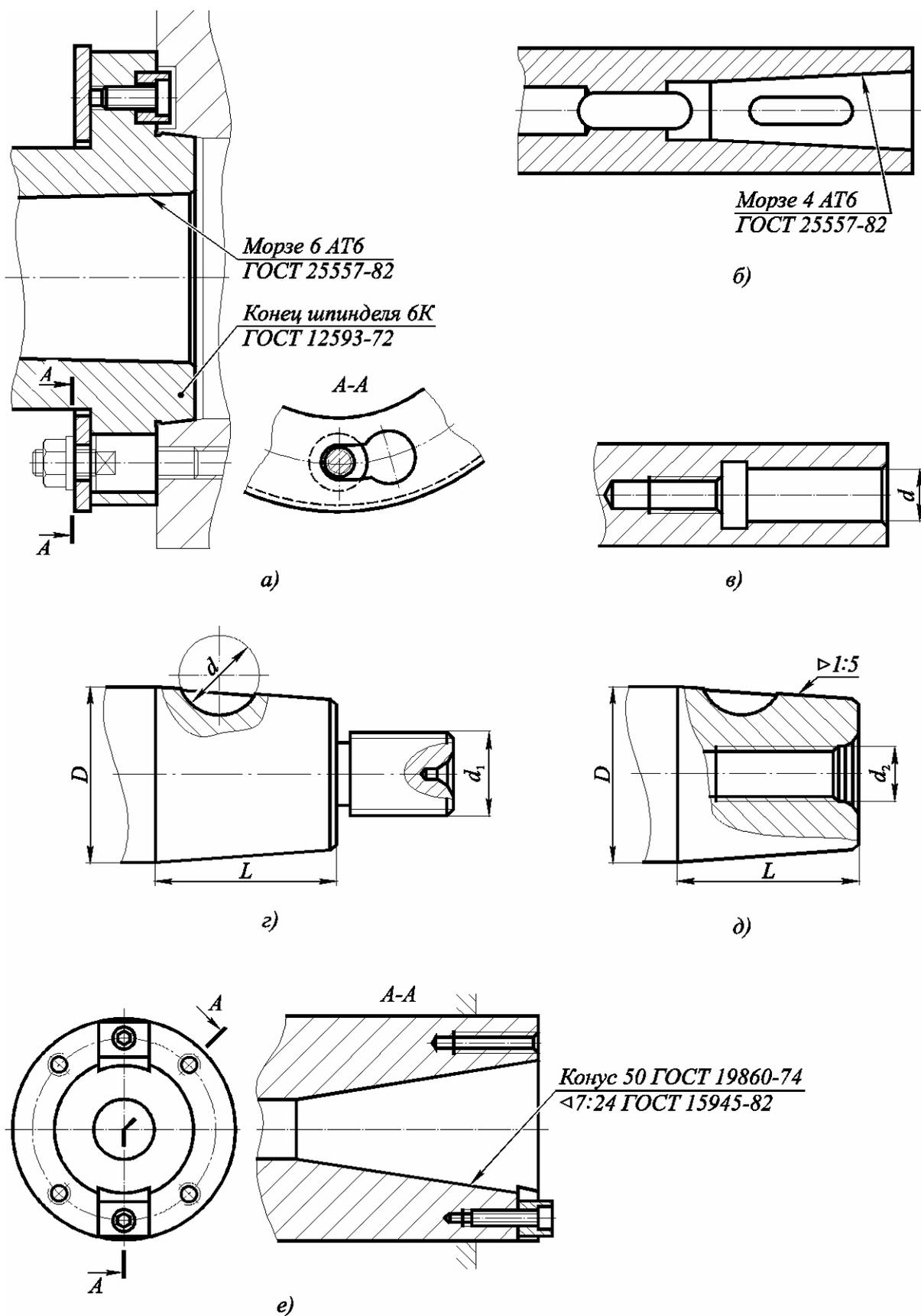


Рис. 6.1. Рабочие концы шпинделей:

a – токарных, внутришлифовальных (в бабке изделия), токарно-револьверных станков; *б* – сверлильных, расточных станков; *в, г, д* –шлифовальных станков (в шлифовальной бабке); *е* – фрезерных, расточных, многоцелевых станков

6.1. Классификация валов

По назначению:

- валы передач, несущие зубчатые колёса, шкивы, звёздочки, муфты и другие детали;
- коренные валы машин, которые также несут детали передач и являются *рабочими органами* машин.

Коренной вал станков с вращательным движением инструмента или заготовки называется *шпинделем**. От его прочности, жёсткости и точности расположения зависят производительность станка и точность обработки деталей.

Конструктивная форма шпинделя зависит от способа крепления на нём станочных приспособлений или инструмента (рис. 6.1), типа применяемых опор и др. Шпиндели, как правило, изготавливают пустотелыми.

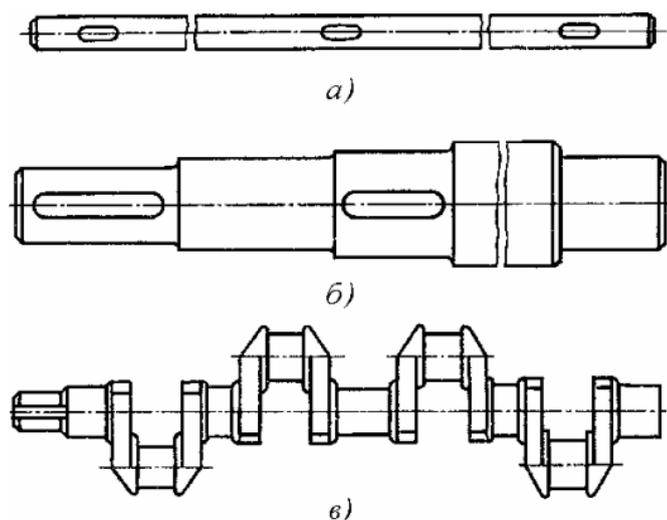


Рис. 6.2. Формы валов:

а – прямые гладкие; б – прямые ступенчатые;
в – коленчатые

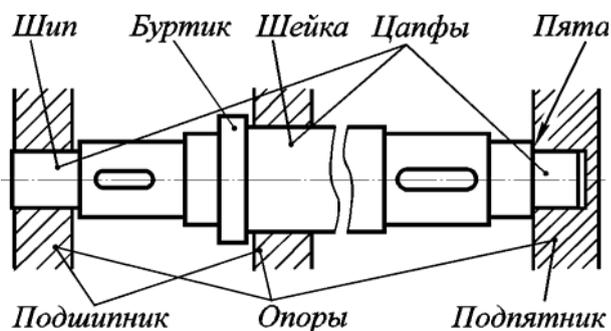


Рис. 6.3. Конструктивные элементы валов

6.2. Опоры валов и осей

Валы и вращающиеся оси монтируют на опорах, которые определяют положение вала или оси, обеспечивают вращение, воспринимают нагрузки вала и передают их основанию машины. Основной частью опор являются *подшипники*.

По виду трения различают: *подшипники скольжения*, в которых цапфа вала скользит по опорной поверхности; *подшипники качения*, в которых между поверхностями вращающейся детали и опорной поверхностью расположены тела качения подшипника.

По форме геометрической оси:

- прямые валы (гладкие или ступенчатые, рис. 6.2, а, б);
- коленчатые валы (см. рис. 6.2, в);
- гибкие валы (с изменяемой формой оси).

По типу сечения:

- сплошные валы;
- полые (пустотелые).

Полые валы изготавливают в основном для уменьшения массы или в тех случаях, когда через вал пропускают другую деталь, подводят масло и др.

Опорная часть вала (оси) называется *цапфой*. Концевая цапфа, предназначенная нести преимущественно осевую нагрузку, называется *пятой*, радиальную нагрузку — *шипом*. Цапфа, находящаяся в середине вала (не концевая) называется *шейкой*. Кольцевое утолщение вала, составляющее с ним одно целое, называется *буртиком*.

* Шпиндель — от нем. *Spindel*, — веретено.

От качества подшипников в значительной степени зависит работоспособность, долговечность и КПД машины.

Существует много конструкций подшипников скольжения, которые подразделяются на два вида: *неразъемные* и *разъемные*.

Неразъемный подшипник (рис.6.4) состоит из корпуса и втулки (вкладыша) из антифрикционного материала, на которую непосредственно опирается цапфа вала или оси. Втулка может быть неподвижно закреплена в корпусе подшипника или свободно заложена в него (“плавающая втулка”), в конструкции подшипника предусматривается смазочное устройство. Неразъемные подшипники обычно используют в тихоходных механизмах.

Разъемный подшипник (рис. 6.5) со-

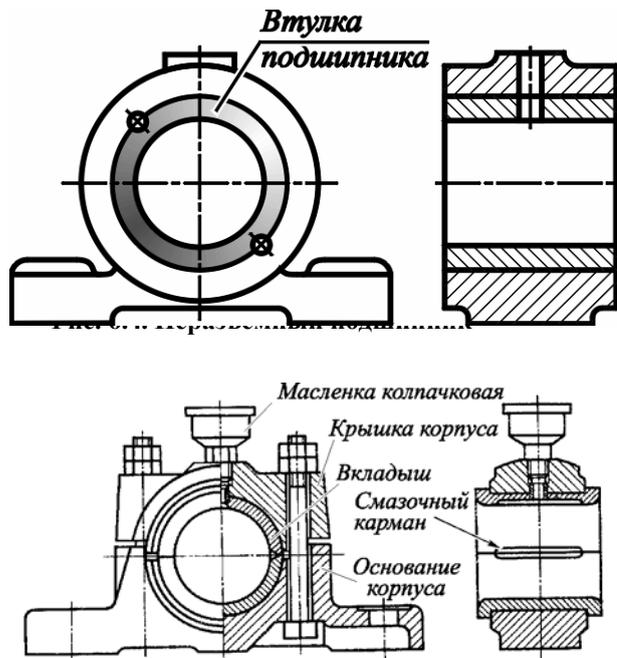


Рис. 6.5. Разъемный подшипник

стоит из основания и крышки корпуса, разъемного вкладыша, смазочного устройства и болтового или шпилечного соединения основания с крышкой. Износ вкладышей в процессе работы компенсируется поджатием крышки к основанию. Разъемные подшипники используют в общем и особенно — в тяжелом машиностроении.

Преимущества подшипников скольжения:

- высокая работоспособность при больших скоростях и ударных нагрузках;
- бесшумность и обеспечение виброустойчивости вала при работе подшипника в режиме *жидкостного трения* (масляный слой между поверхностями цапфы и вкладыша обладает способностью гасить колебания);
- небольшие габариты в радиальном направлении;
- достаточно высокая работоспособность в особых условиях (химически агрессивных средах, при бедной или загрязненной смазке).

Недостатки подшипников скольжения:

- большие потери на трение (не относится к подшипникам, работающим в режиме жидкостного трения, КПД которых больше 0,99);
- значительные размеры в осевом направлении;
- необходимость применения дорогостоящих и дефицитных антифрикционных материалов для вкладышей;
- значительный расход смазочного материала и необходимость систематического наблюдения за процессом смазки;
- не обеспечивается взаимозаменяемость подшипников при ремонте, так как большинство типов подшипников не стандартизировано.

Подшипники качения в большинстве случаев состоят из наружного 4 (рис. 6.6, а) и внутреннего 1 колец с дорожками качения, тел качения 3 (шариков или роликов), сепаратора 2, разделяющего и направляющего тела качения. В некоторых подшипниках одно или оба кольца могут отсутствовать. В них тела качения обкатываются непосредственно по канавкам (цапфам) вала или корпуса.

Преимущества подшипников качения:

- значительно меньшие потери на трение, а следовательно, более высокий КПД (до 0,995) и меньший нагрев;
- экономия дефицитных цветных материалов;
- меньший расход смазочного материала;
- высокая степень взаимозаменяемости (их массовое производство).

Недостатки подшипников качения:

- чувствительность к ударным и вибрационным нагрузкам;
- большие габариты в радиальном направлении;
- малая надёжность в высокоскоростных приводах.

Классификация подшипников качения (см. рис. 6.6):

- по форме тел качения : шариковые (*а, б, ж, и*), роликовые (с цилиндрическими (*в*), коническими (*з*), бочкообразными (*г*), игольчатыми (*д*) и витыми (*е*) роликами);
- по числу рядов тел качения : однорядные (*а, в, ж*), двухрядные (*б, г*), многорядные;
- по направлению воспринимаемой нагрузки : *радиальные* (*а...е*), воспринимающие (в основном) радиальные нагрузки, т.е. нагрузки, направленные перпендикулярно к геометрической оси вала; *упорные* (*и, к*), воспринимающие от вала только осевые нагрузки; *радиально-упорные* (*ж*) и *упорно-радиальные* (*з*) могут воспринимать одновременно радиальные и осевые нагрузки, при этом упорно-радиальные подшипники предназначены для преобладающей осевой нагрузки.

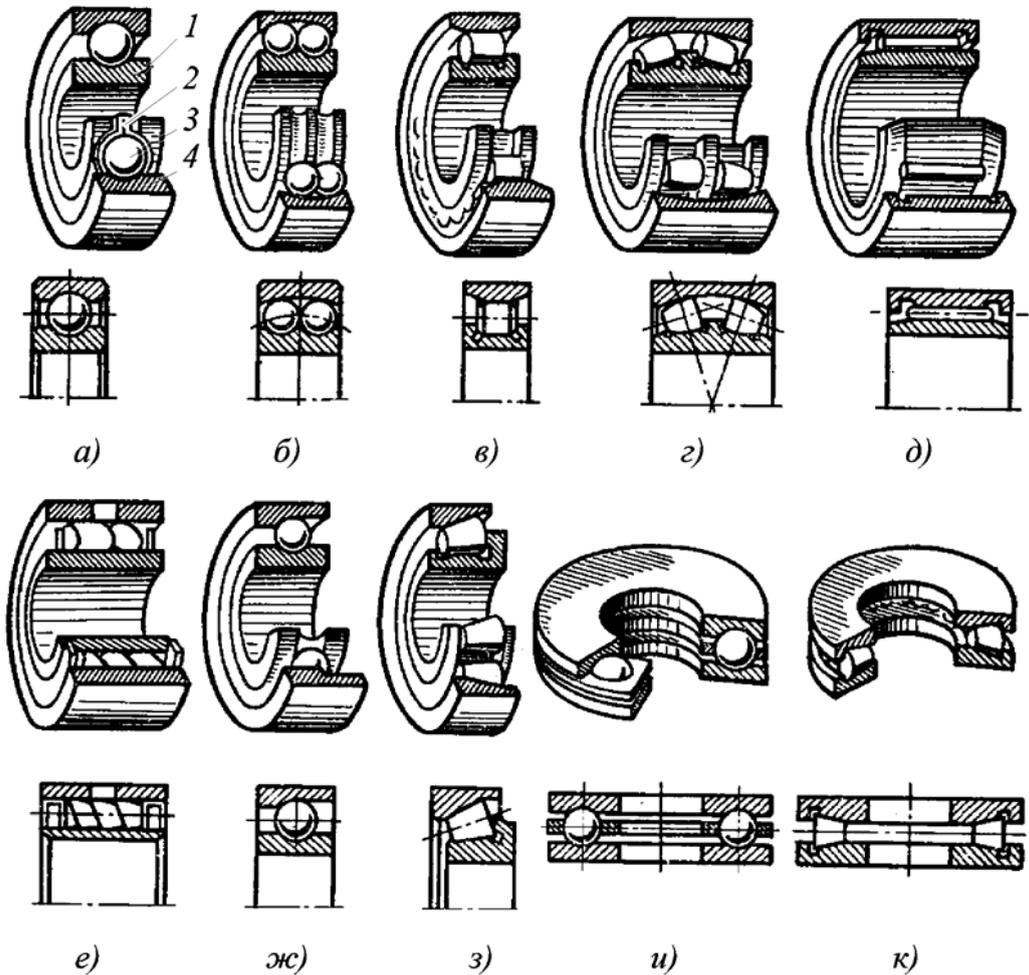


Рис. 6.6. Основные виды подшипников

– по габаритным размерам . В зависимости от соотношения размеров наружного и внутреннего диаметров подшипники делят *на серии* — сверхлегкие, особо легкие, легкие, средние, тяжелые; по ширине *на серии* – узкие, нормальные, широкие, особо широкие.