

ДВИЖЕНИЯ В МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКАХ

Поверхность любой детали можно представить в виде комбинации геометрических поверхностей: плоскостей, цилиндров, конусов, шаровых, винтовых и линейчатых поверхностей (рис. 2.1).

Любую геометрическую поверхность рассматривают как совокупность последовательных положений (следов) одной линии (*образующей 1*), движущейся по другой линии (*направляющей 2*).

На станках эти линии получают (имитируют) согласованными между собой движениями заготовки и инструмента.

Движения в металлорежущем станке делятся на *основные* (главное движение и движение подачи), *вспомогательные* и *движения управления*.

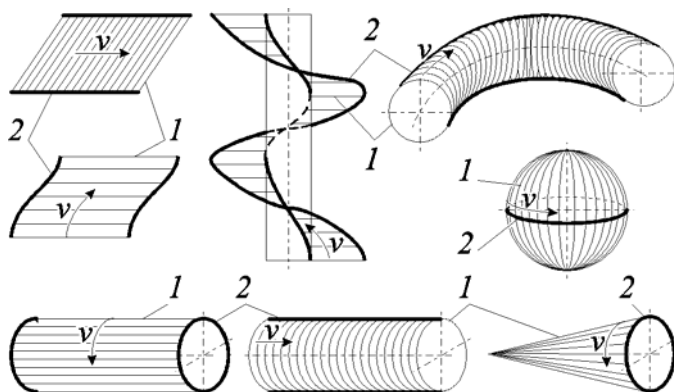


Рис. 2.1. Виды геометрических поверхностей, ограничивающих контуры деталей:
1 – образующие; 2 – направляющие

Главное движение (D_T) — движение заготовки или режущего инструмента, происходящее с наибольшей скоростью в процессе резания.

В токарных станках главное движение — вращение заготовки; в сверлильных, фрезерных, шлифовальных станках — вращение инструмента; в протяжных, строгальных, долбежных станках — возвратно-поступательное движение инструмента (заготовки).

Движение подачи (D_S) — движение режущего инструмента или заготовки, скорость которого

меньше скорости главного движения и совместно с главным движением обеспечивает формообразование детали.

В токарных станках движение подачи — поступательное перемещение инструмента в продольном или поперечном направлении; во фрезерных станках — поступательное перемещение заготовки. В протяжных станках движение подачи отсутствует, т.к. сьем припуска и формообразование обеспечивается периодическим увеличением размеров зубьев протяжки.

Вспомогательные движения — движения, не связанные с процессом резания, но подготавливающие его. Они обеспечивают установку и зажим заготовки (инструмента), подвод, отвод или правку инструмента, удаление стружки и другие действия. Вспомогательные движения могут выполняться как автоматически, так и вручную.

Движения управления — движения, которые совершают органы управления, регулирования и координирования всех других исполнительных органов станка.

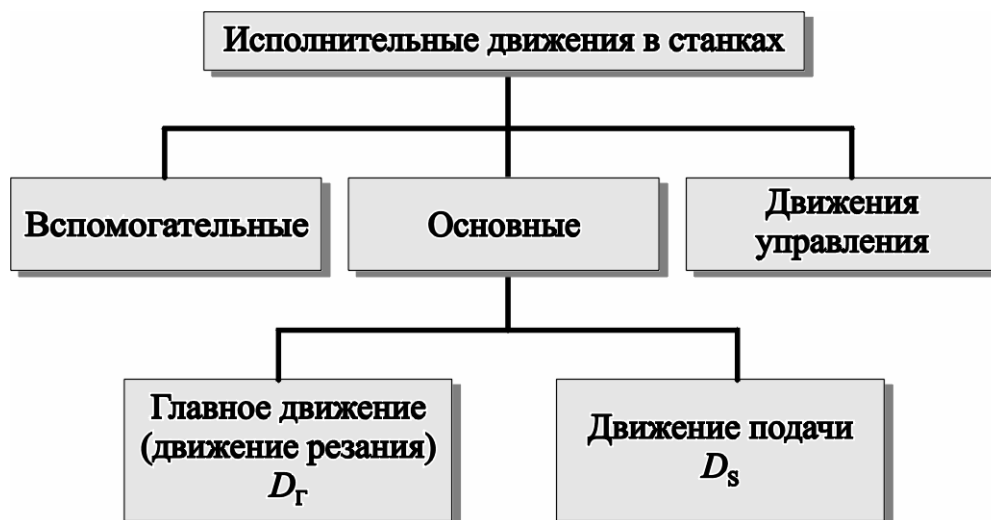


Рис. 2.2. Классификация движений в станках

ТИПОВЫЕ МЕХАНИЗМЫ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

Общие сведения о механических передачах

Для увеличения производительности и облегчения физического и умственного труда человека создаются машины — механические устройства, выполняющие движения для преобразования энергии, материалов или информации. *Металлорежущие станки* — это машины для обработки материалов резанием.

Между двигателем и рабочими органами станка имеются промежуточные устройства — механические передачи. Это необходимо поскольку:

- 1) скорость рабочего органа в процессе работы необходимо изменять, а скорость приводной части (напр., электродвигателя) обычно постоянна;
- 2) нередко от одного двигателя необходимо приводить в движение несколько механизмов с различными скоростями (напр., вращение шпинделя и перемещение суппорта при точении);
- 3) нередко рабочие органы совершают возвратно-поступательные движения, а двигатель имеет вращающийся вал.

Механические передачи — это механизмы, служащие для передачи движения на расстояние, чаще с преобразованием скоростей, иногда с преобразованием вида движения.

Классификация механических передач:

По принципу передачи движения:

- передачи трением (ремённые, фрикционные);
- передачи зацеплением (зубчатые, зубчато-реечные, червячные, цепные).

По способу соединения деталей:

- передачи с непосредственным контактом тел вращения (зубчатые, фрикционные);
- передачи с гибкой связью (ремённые, цепные).

7.1. Понятие о передаточном отношении

Каждая передача характеризуется определенными параметрами, которые позволяют найти перемещение ведомого звена, соответствующее определенному перемещению ведущего звена. Для всех передач, у которых ведущее и ведомое звенья вращаются, таким параметром является передаточное отношение.

Передаточное отношение (i) — это отношение частоты вращения ведомого вала к частоте вращения ведущего:

$$i = \frac{n_2}{n_1}, \quad (7.1)$$

где n_1, n_2 — частоты вращения ведущего и ведомого валов, мин^{-1} .

Частота вращения шпинделя определяется по формуле:

$$n_{\text{шп}} = n_{\text{дв}} \cdot i_{\text{общ}} \quad (7.2)$$

где $n_{\text{дв}}$ — частота вращения двигателя, мин^{-1} ; $i_{\text{общ}} = i_1 \cdot i_2 \dots i_k$ — общее передаточное отношение кинематической цепи, связывающей двигатель со шпинделем ($i_1, i_2 \dots i_k$ — передаточные отношения механических передач, входящих в кинематическую цепь).

Ремённые передачи

Ремённая передача — механизм, служащий для преобразования вращательного движения при помощи шкивов, закреплённых на валах, и надетого на них с натяжением гибкого ремня. Нагрузка передаётся силами трения, возникающими между шкивами и ремнём.

Преимущества ремённых передач:

- простота конструкции и эксплуатации;
- плавность и бесшумность работы, смягчение вибраций, толчков и ударов благодаря упругости ремня;
- быстроходность;
- предохранение механизмов от перегрузки вследствие возможного проскальзывания ремня;
- возможность передачи вращения на большие расстояния (до 12 м) и под различными углами.

Недостатки ремённых передач:

- малая долговечность приводного ремня (из-за его износа);
- сравнительно большие габариты и ограниченная передаваемая мощность;
- большие нагрузки на валы и их опоры (от натянутого ремня);
- непостоянство передаточного отношения большинства ремённых передач (из-за проскальзывания ремня).

Виды ремённых передач в зависимости от формы поперечного сечения ремня (по рис. 7.1):

– *плоскоремённые* с прямоугольным профилем поперечного сечения (а). Они предпочтительны при больших межосевых расстояниях. Ремни обладают большой гибкостью и повышенной долговечностью, шкивы просты по конструкции. Эти передачи применяют при весьма высоких скоростях ремня (до 100 м/с). По сравнению с другими механическими передачами плоскоремённая передача обеспечивает наиболее спокойный ход без вибраций;

– *клиноремённые* с трапециевидным профилем поперечного сечения (б). По сравнению с плоскоремёнными клиноремённые передачи обладают большей тяговой способностью. При одинаковой передаваемой мощности они требуют меньшего натяжения, создают меньшие нагрузки на валы и опоры, применяют при меньших межосевых расстояниях. Однако стандартные ремни не допускают скорость более 30 м/с. Недостатком является неравномерная нагрузка на ремни, что снижает их долговечность (так как в передаче с несколькими ремнями неизбежен разброс их размеров и упругих свойств, что приводит к появлению различия в натяжении ремней и в передаточных отношениях отдельных ручьёв);

– *поликлиноремённые* (поликлиновые) с плоскими ремнями, имеющими продольные клиновые выступы (рёбра) на внутренних поверхностях ремня, входящие в кольцевые канавки шкивов (в). Сочетание преимуществ клиновых ремней (повышенное сцепление со шкивами) и гибкости, характерной для плоских ремней.

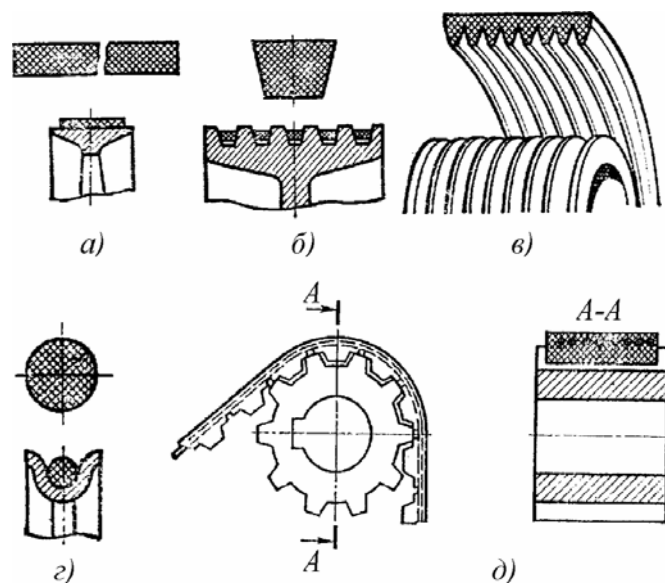


Рис. 7.1. Виды ремней ремённых передач

ней, позволяет использовать поликлиновые ремни на шкивах малого диаметра. Скорость ремня до 50 м/с. Передачи обладают большой демпфирующей способностью;

– *круглоремённые* с круглым профилем поперечного сечения ремня (*з*); передачи применяют при небольших передаваемых мощностях, например, в приборах, настольных станках;

– *зубчато-ремённые* передачи (*д*) с плоскими ремнями, имеющими на внутренней поверхности зубья трапецеидальной формы, которые входят в зацепление с зубчатым шкивом. По сравнению с другими ремёнными эти передачи более компактны, а по сравнению с цепными работают более плавно, с меньшим шумом и не требуют смазки и особого ухода. Зубчато-ремённые передачи имеют хорошую тяговую способность, постоянное передаточное отношение, небольшие нагрузки на валы и опоры, незначительное вытяжение ремня.

Первые четыре являются передачами трением, последняя — зацеплением.

В современном машиностроении наибольшее применение имеют клиноремённые передачи; в последнее время увеличивается применение поликлиновых и зубчатых ремней, а также плоских ремней из синтетических материалов, обладающих высокой долговечностью.

В зависимости от взаимного расположения осей валов ремённые передачи классифицируют на:

открытые с параллельными осями валов и вращением их шкивов в одном направлении (рис. 7.2, а);

перекрёстные с параллельными осями валов и вращением шкивов в противоположных направлениях (см. рис. 7.2, б);

полуперекрёстные с перекрещивающимися осями валов (см. рис. 7.2, в);

угловые с направляющими роликами и с перекрещивающимися или пересекающимися осями валов (см. рис. 7.2, г).

Клиновые, поликлиновые и зубчатые ремни можно применять только в открытых передачах. Наибольшее распространение имеют открытые плоско- и клиноремённые передачи.

Передаточное отношение ремённой передачи

$$i = \frac{d_1}{d_2} \eta, \quad (7.3)$$

где d_1, d_2 — диаметры ведущего и ведомого шкивов, мм; η — коэффициент проскальзывания ремня ($\eta = 0,97...0,985$).

Для зубчато-ремённой передачи $i = \frac{z_1}{z_2}$, где z_1, z_2 — числа зубьев ведущего и ведомого шкивов.

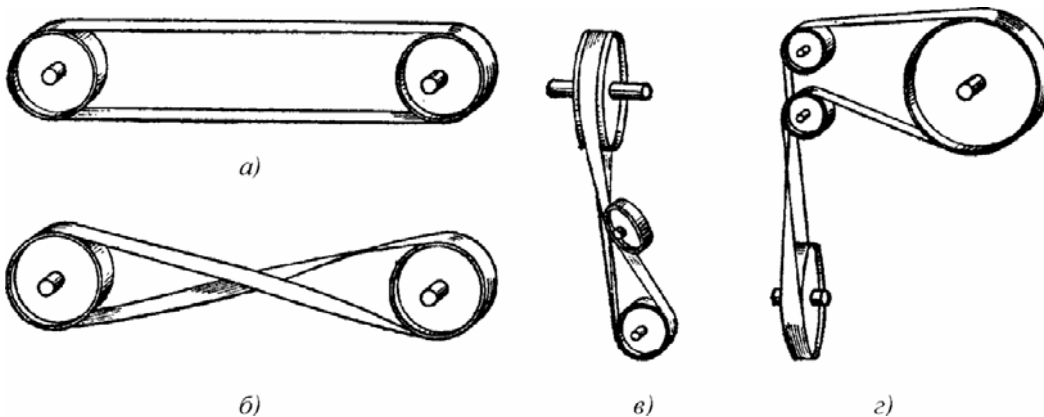


Рис. 7.2. Ремённые передачи:

a – открытые; b – перекрёстные; v – полуперекрестные; z – угловые

Фрикционные передачи

Передачи, в которых движение от одного вала к другому передаётся силами трения, возникающими между рабочими поверхностями вращающихся деталей, называют *фрикционными*. В них применяют различные нажимные устройства, основанные на использовании постоянной силы (например, пружины, собственный вес элементов передачи и т.п.) или переменной силы, в которых усилие автоматически изменяется пропорционально изменению передаваемого крутящего момента.

Преимущества фрикционных передач:

- возможность бесступенчатого изменения передаточного отношения;
- простота конструкции;
- плавность и бесшумность работы;
- предохраняют механизмы от перегрузок (вследствие скольжения ведущего катка по ведомому).

Недостатки фрикционных передач:

- большие нагрузки на валы и подшипники из-за большой силы прижатия деталей, что увеличивает размеры и усложняет конструкцию передачи;
- повышенный и неравномерный износ катков;
- непостоянство передаточного отношения;
- сравнительно низкий КПД (0,7...0,95).

В зависимости от назначения фрикционные передачи подразделяются на передачи нерегулируемые, то есть с *условно постоянным передаточным отношением* (рис. 7.3, а...е) и передачи регулируемые с *переменным передаточным отношением* (вариаторы) позволяющие изменять передаточное отношение плавно и на ходу (см.рис. 7.3, ж...н). Передаточное отношение фрикционной передачи

$$i = \frac{d_1}{d_2} \eta, \quad (7.4)$$

где d_1, d_2 – диаметры ведущего и ведомого катка, η – коэффициент проскальзывания ($\eta = 0,97...0,99$).

В машиностроении фрикционные передачи с условно постоянным передаточным отношением применяются сравнительно редко (фрикционные прессы, молоты), чаще применяются в приборах (магнитофоны, проигрыватели, спидометры), где требуется плавность и бесшумность работы. В машиностроении наиболее распространены вариаторы (в металлорежущих станках, в приводах текстильных и транспортных машин).

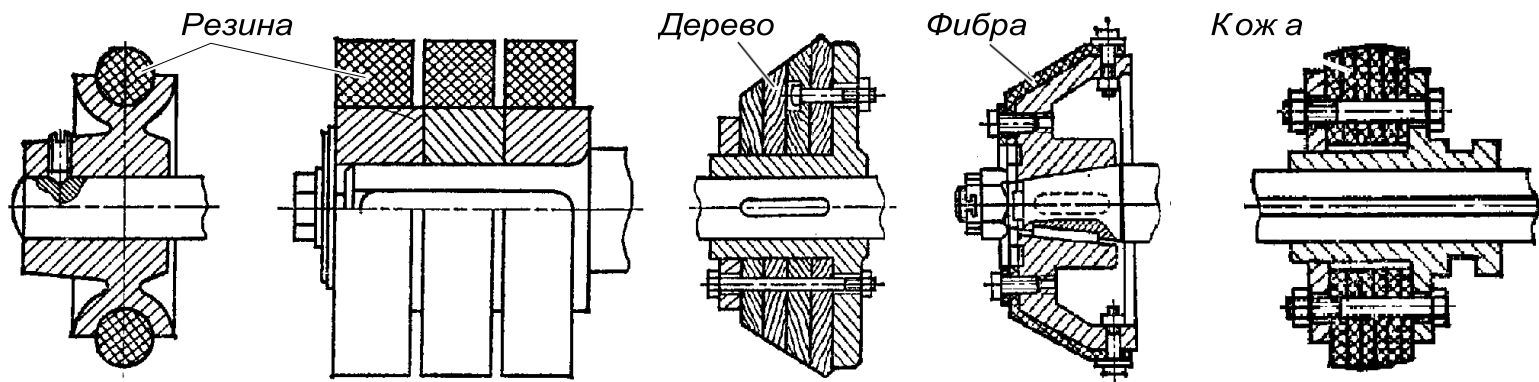
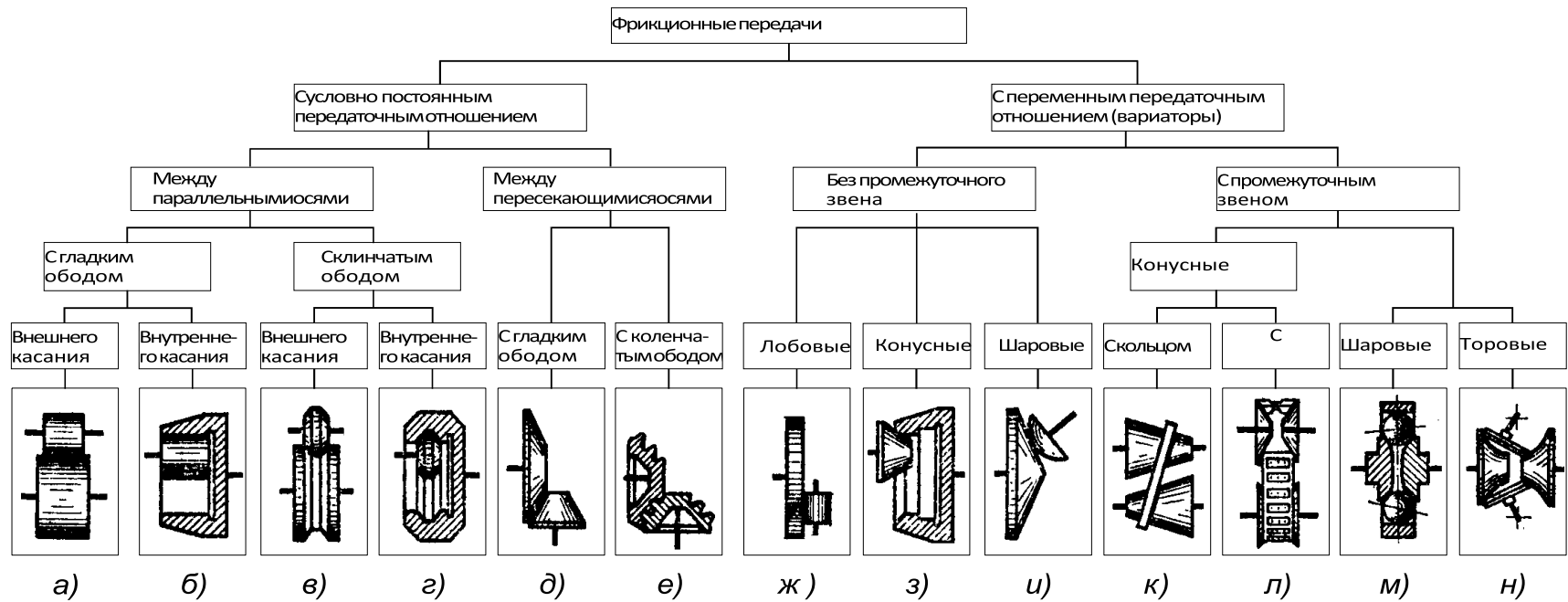


Рис. 7.3. Фрикционные передачи

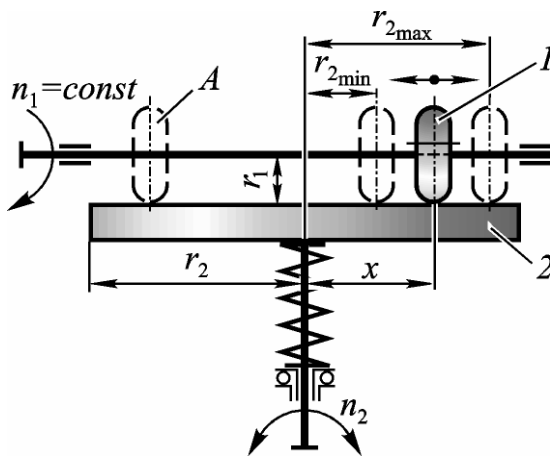


Рис. 7.4. Лобовой вариатор

Лобовой вариатор (рис. 7.4) состоит из катков 1 и 2, установленных на взаимно перпендикулярных валах и прижатых один к другому пружиной сжатия.

Каток 1 соединен с ведущим валом шпонкой. При перемещении его вдоль вала изменяется расстояние x до оси вращения ведомого вала, вследствие чего изменяется передаточное отношение и частота вращения ведомого вала (n_2):

$$i_{\max} = \frac{r_1 \eta}{r_{2\min}} = \frac{d_1}{d_{2\min}} \eta; \quad i_{\min} = \frac{r_1 \eta}{r_{2\max}} = \frac{d_1}{d_{2\max}} \eta \quad (7.5)$$

Если каток 1 передвинуть в положение A , то произойдет изменение направления вращения ведомого вала (реверсирование) при том же направлении вращения ведущего вала.

Клиноременный вариатор (рис. 7.5). На параллельных валах попарно установлены раздвижные конические диски из которых составлены два регулируемых шкива 1 и 2. Изменение частоты вращения ведомого вала n_2 достигается изменением соотношения рабочих радиусов шкивов r_1 и r_2 путём одновременного осевого сдвига дисков одного шкива и раздвигания дисков другого шкива на одну и ту же величину:

$$i = \frac{r_{1\max}}{r_{2\min}} \eta = \frac{d_{1\max}}{d_{2\min}} \eta, \quad i = \frac{r_{1\min}}{r_{2\max}} \eta = \frac{d_{1\min}}{d_{2\max}} \eta \quad (7.6)$$

7.2. Цепные передачи

Цепная передача — механизм, служащий для преобразования вращательного движения между параллельными валами при помощи звёздочек, жёстко насаженных на валы, и надетой на них цепи.

Цепь — многозвенная гибкая связь, которая может использоваться для перемещения грузов (тяговые цепи), подвески или подъёма грузов (грузовые цепи), для передачи движения (приводные цепи).

Преимущества цепных передач:

- возможность передачи вращения на большие расстояния (до 8 м);
- сравнительно небольшие (меньшие, чем у ремённых и фрикционных передач) радиальные нагрузки на валы и их опоры;

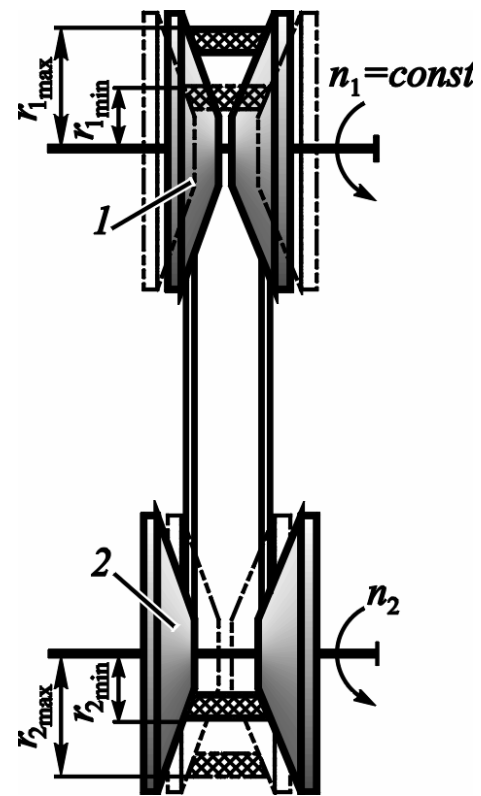


Рис. 7.5. Клиноременный вариатор

- бóльшая прочность стальной цепи по сравнению с ремнём позволяет передать цепью большие нагрузки с постоянным передаточным отношением и при значительно меньшем межосевом расстоянии (передача более компактна);
- возможность вращения одной цепью нескольких звёздочек (системы валов);
- сравнительно высокий КПД (при нормальных условиях $\eta = 0,92...0,95$; при благоприятных условиях $\eta = 0,97...0,99$);
- простота конструкции и эксплуатации.

Недостатки цепных передач:

- сравнительно быстрый износ шарниров из-за трения и трудности смазки;
- повышенный шум вследствие ударов звеньев цепи при входе в зацепление на высоких скоростях;
- ограниченные частота вращения и крутящий момент;
- невозможность использования передачи при реверсировании без остановки;
- вытягивание цепи вследствие износа шарниров и удлинения пластин, что требует натяжных устройств;
- некоторая неравномерность хода (цепь зацепляется со звёздочками как с многоугольниками, а не по окружности).

Типы приводных цепей: роликовые, втулочные, зубчатые (рис. 7.6).

Роликовая

цепь

(рис. 7.7) состоит из наруж-ного звена *I* (собранного из двух наружных пластин *I* и роликов *2*, неподвижно за-креплённых в отверстиях наружных пластин) и внут-реннего звена *II* (состоящего из двух внутренних пла- стин *3*, втулки *4*, неподвиж-но закрепленных в отверсти-

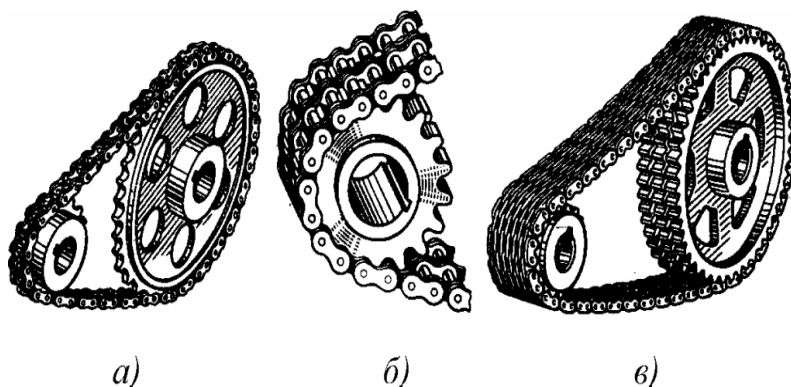
Рис. 7.6. Приводные цепи

ях внутренних пластин) и роликов *5*, свободно уста-

новленных на втулки *4*. Ролики, перекатываясь по зубьям звёздочек, уменьшают их износ. Роликовые цепи имеют широкое распространение.

Втулочная цепь отличается от роликовой тем, что у нее нет роликов. Это увели- чивает изнашивание цепи и звёздочек, но снижает их массу и стоимость. Применяют в неответственных передачах (рис.7.8, *а*).

Зубчатая цепь (см. рис. 7.8, *б*) состоит из набора пластин *1*, имеющих два зуба с впадиной между ними для зуба звёздочки, соединённых шарниром *2*. Шарнир состоит из двух призм с рабочими цилиндрическими поверхностями. Одна из призм соединяет- ся с пластинами одного звена, другая — с пластинами соседнего звена, поэтому при движении цепи призмы *перекатываются* одна по другой, обеспечивая трение качения. Для устранения бокового сползания цепи со звёздочки применяют направляющие пла- стины *3*, которые не имеют впадины и попадают в специальные канавки звездочек (см. рис. 7.6, *в*). Зубчатые цепи по сравнению с другими позволяют передавать большие на- грузки, работают более плавно, с меньшим шумом, но и сложнее в изготовлении, тяже- лее и дороже.



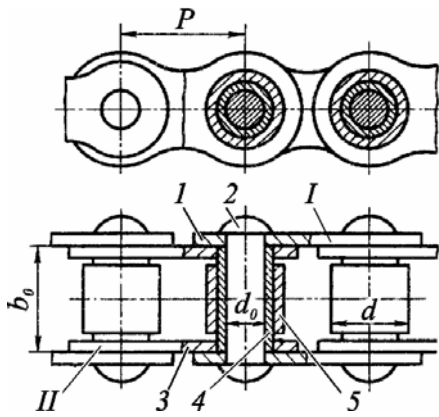


Рис. 7.7. Роликовая цепь

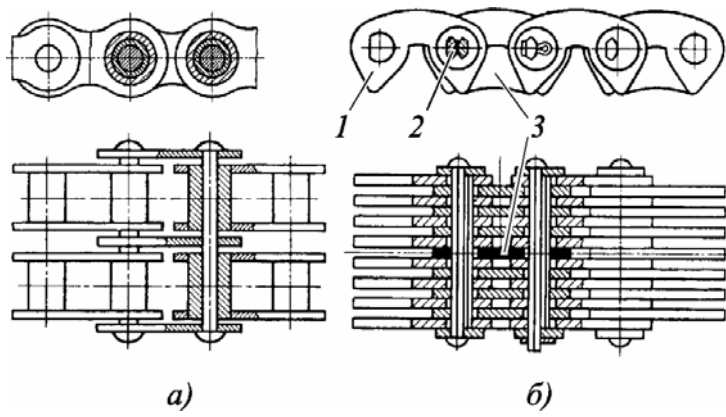


Рис. 7.8. Втулочная (а) и зубчатая (б) цепи

Передаточное отношение цепной передачи

$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{z_1}{z_2}, \quad (7.7)$$

где z_1, z_2 – числа зубьев ведущей и ведомой звёздочек.

7.3. Зубчатые передачи

Зубчатая передача — механизм, предназначенный для передачи вращательного движения от одного вала к другому с помощью находящихся в зацеплении зубчатых колёс.

Меньшее из колёс передачи принято называть шестернёй, а большее — колесом. Зубчатые передачи — это наиболее распространённый вид механических передач в машиностроении и приборостроении.

Преимущества зубчатых передач:

- постоянное передаточное отношение (отсутствует проскальзывание);
- высокий КПД ($\eta = 0,97 \dots 0,99$);
- относительная компактность при передаче больших моментов;
- относительно небольшие нагрузки на опоры валов;
- большая долговечность и высокая надёжность в широком диапазоне передаваемых мощностей (до десятков тысяч киловатт у тяжелых колес);

Недостатки зубчатых передач:

- сложность изготовления и сборки точных передач;
- возможность возникновения шума и вибраций из-за недостаточной точности изготовления и сборки (при высоких скоростях вращения);
- не предохраняют механизмы от опасных перегрузок.

Классификация зубчатых передач (по рис. 7.9):

По форме образующей:

- цилиндрические (а, б, в, г, ж);
- конические (д, е, з);

По форме зуба*:

- прямозубые (а, г, д);
- косозубые (б, ж);
- шевронные (в);
- криволинейные (гипоидные) (е, з).

По зацеплению:

- с наружным (а, б, в, д...з);
- с внутренним зацеплением (г).

* При переходе от прямозубых к непрямозубым колесам повышается плавность работы, уменьшается шум и увеличивается нагрузочная способность передачи.

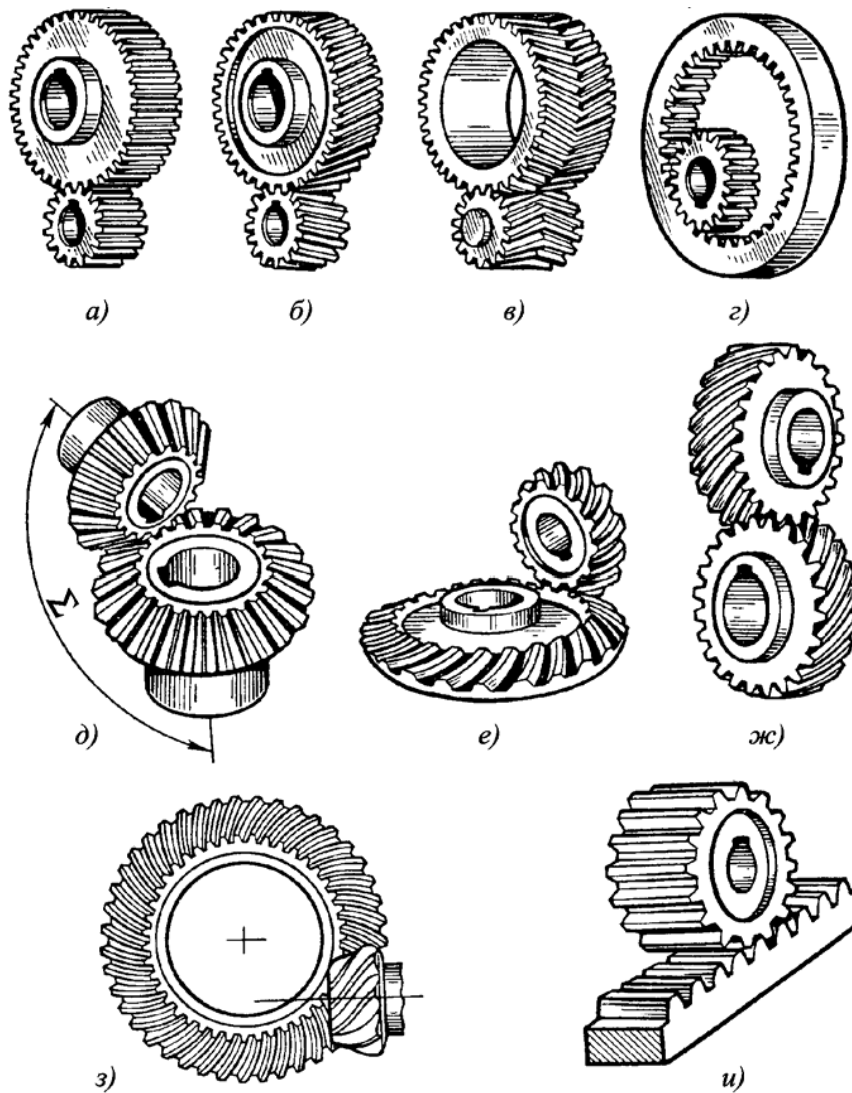


Рис. 7.9. Зубчатые передачи

По взаимному расположению осей колёс:

- с параллельными осями (цилиндрические) (а...г);
- с пересекающимися осями (конические, д, е);
- со скрещивающимися осями (гипоидные конические, з), винтовые цилиндрические, ж).

Передаточное отношение зубчатой передачи:

$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{z_1}{z_2}, \quad (7.8)$$

где z_1, z_2 – число зубьев ведущего и ведомого зубчатых колес.

7.4. Зубчато-реечные передачи

Зубчато-реечная передача — механизм, служащий для преобразования вращательного движения в поступательное, иногда — наоборот (см. рис. 7.9, и).

Эта передача является частным случаем цилиндрической зубчатой передачи. Рейку рассматривают как колесо с бесконечно большим числом зубьев. Передача может быть

с *прямозубым* или *косозубым* зацеплением цилиндрического колеса с рейкой.

За один оборот зубчатого колеса рейка перемещается на расстояние, равное длине делительной окружности колеса:

$$L = \pi D = \pi m z = Pz \text{ (мм)}, \quad (7.9)$$

где D – диаметр делительной окружности колеса, мм; m – модуль зацепления, мм; z – число зубьев колеса; P – шаг рейки, мм.

7.5. Червячные передачи

Червячная передача — механизм, служащий для преобразования вращательного движения между скрещивающимися валами. Обычно червячная передача состоит из червяка 1 и червячного колеса 2 (рис. 7.10).

Червячные передачи относятся к передачам зацеплением, в которых движение осуществляется по принципу винтовой пары: винтом является червяк, а червячное колесо представляет собой узкую часть длинной гайки, изогнутой по окружности резьбой наружу. Червячные передачи широко применяются в металлорежущих станках, подъемно-транспортном оборудовании, транспортных машинах, в приборостроении.

Зубья колеса имеют вогнутую форму, что увеличивает длину контактных линий с червяком и улучшает качество работы передачи.

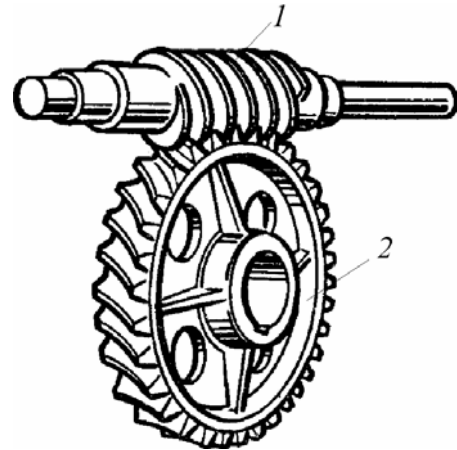


Рис. 7.10. Червячная передача

Преимущества червячных передач:

- малые передаточные отношения (большие коэффициенты редукции);
- компактность при большом коэффициенте редукции;
- плавность зацепления и бесшумность работы;
- самоторможение (не требуются тормозные, стопорные устройства);
- передача больших вращающих моментов.

Недостатки червячных передач:

- повышенный износ червяка, колеса и их нагрев из-за трения;
- сравнительно низкий КПД из-за трения ($\eta = 0,5 \dots 0,92$);
- необходимость применения для венцов червячных колёс дорогих антифрикционных материалов (например, бронзы);
- ограниченность передаваемой мощности (не выше 50...60 кВт).

Передаточное отношение червячной передачи

$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{k}{z}, \quad (7.10)$$

где k – число заходов червяка; z – число зубьев червячного колеса.

7.6. Передачи винт-гайка

Передача винт-гайка — механическая передача, состоящая из винта 1 и гайки 2 (рис. 7.11), и предназначенная для преобразования вращательного движения в поступательное.

Преимущества передач винт-гайка:

- простота конструкции;
- компактность при высокой нагрузочной способности (грузоподъемности);

- большой выигрыш в силе;
- возможность получения медленного движения при высокой точности перемещений (что особенно важно для приводов подач);
- плавность и бесшумность работы;
- самоторможение (в передачах винт-гайка скольжения);
- технологичность конструкции.

Недостатки передач винт-гайка:

- большое трение в резьбе, вызывающее повышенное изнашивание, низкий КПД (0,6...0,85);
- тихоходность передачи (сложно обеспечивать быстрое движение).

Передача винт-гайка применяется в металлорежущих станках (механизмы подачи), тисках, винтовых прессах, грузоподъемных машинах, домкратах, измерительных приборах (при необходимости выполнения точных перемещений), рабочих органах роботов и др.

Различают два типа передач винт-гайка: передачи с трением *скольжения* или трением *качения*.

Передачи с трением скольжения (см. рис. 7.11) имеют наибольшее распространение ввиду простоты их устройства. Винты передач делятся на грузовые и ходовые. *Грузовые* предназначены для создания больших усилий (домкраты, прессы). При реверсивном движении под нагрузкой в обе стороны применяют трапецеидальную резьбу, а при больших односторонних нагрузках — упорную.

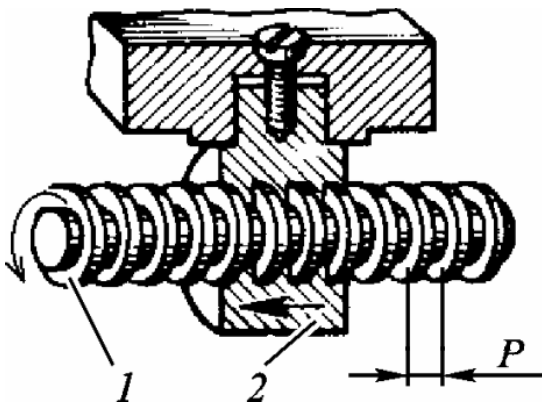


Рис. 7.11. Винт-гайка с трением скольжения

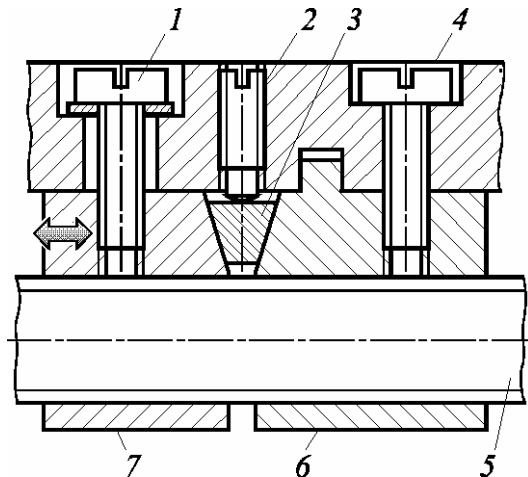


Рис. 7.12. Гайка с устройством регулирования зазора

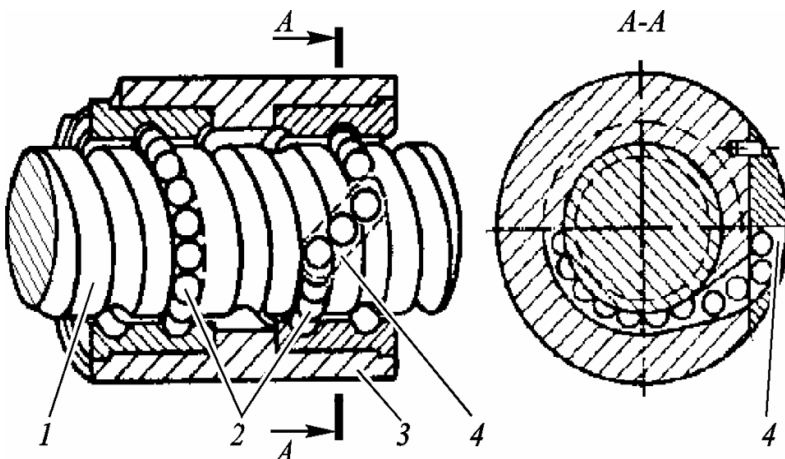


Рис. 7.13. Винт-гайка с трением качения

Ходовые винты предназначены для получения точных перемещений. Для уменьшения трения они, как правило, имеют трапецеидальную резьбу. Для точных винтов делительных и измерительных устройств применяют метрическую резьбу.

Чтобы можно было устранять зазоры, возникающие при сборке или в результате износа резьбы, гайки ходовых винтов 5 (рис. 7.12) часто делают составными из подвижной 7 и неподвижной 6 полугаек. Для выбора зазора необходимо расслабить винт 1 и, поворачивая нажимной винт 2, клином 3 смещать подвижную гайку 7 относительно неподвижной гайки 6.

Гайка ходового винта токарно-винторезного станка (маточная или часто разъемная гайка) имеет разъем по диаметральной плоскости, что дает возможность периодического расцепления гайки и винта.

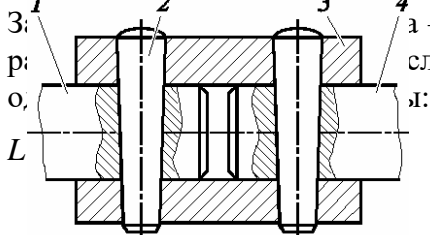
В винтовых передачах с трением качения между канавками винта и гайки размещают шарики (ролики). При вращении винта 1 (рис. 7.13) шарики 2 перекатываются между им и гайкой 3 и увлекаются в направлении поступательного движения, попадают в канал 4 гайки, возвращающий их к началу цепочки. Таким образом, шарики циркулируют по каналу, образуя замкнутую цепочку.

Преимущества передач винт-гайка качения :

- высокий КПД ($\eta = 0,8...0,9$; в винтовых передачах скольжения $\eta = 0,2...0,4$);
- возможность полного устранения осевого зазора и создания натяга, обеспечивающего высокую осевую жесткость;
- почти полная независимость силы трения от частоты вращения винта, что способствует обеспечению равномерности движения.

Передачи винт-гайка качения применяют в механизмах подачи станков с ЧПУ.

При вращении винта 1 (рис. 7.13) шарики 2 перекатываются между им и гайкой 3 и увлекаются в направлении поступательного движения, попадают в канал 4 гайки, возвращающий их к началу цепочки. Таким образом, шарики циркулируют по каналу, образуя замкнутую цепочку.



а – гайки) происходит перемещение гайки (винта) на длину, если резьба однозаходная. Если резьба имеет k заходов, то за

7.7. Муфты

Муфты предназначены для постоянного или периодического соединения двух стыкующихся валов (или вала с другими звеньями привода — зубчатым колесом, шкивом) и передачи вращения между ними.

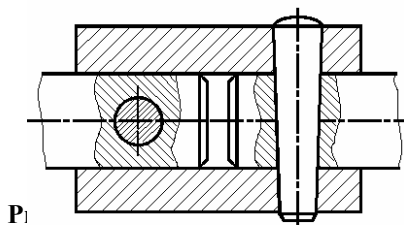
В зависимости от назначения муфты бывают: постоянные, сцепные, самоуправляемые.

Постоянные муфты соединяют валы, которые не надо разъединять.

Жесткие муфты соединяют соосные валы. Муфта (рис. 7.14) в виде втулки 3 соединяет валы 1 и 4 посредством штифтов 2. Такая муфта применяется в тихоходных и неответственных конструкциях машин при диаметре валов до 70 мм.

Из жестких муфт наибольшее распространение получили фланцевые муфты (рис. 7.15), состоящие из двух фланцев, установленных на валах и стянутых болтами.

Упругие муфты позволяют соединять валы с небольшим отклонением от соосности и сглаживают дина-



(вариант ориентации штифтов)

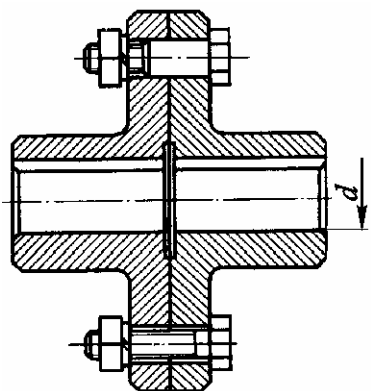


Рис. 7.15. Фланцевая муфта

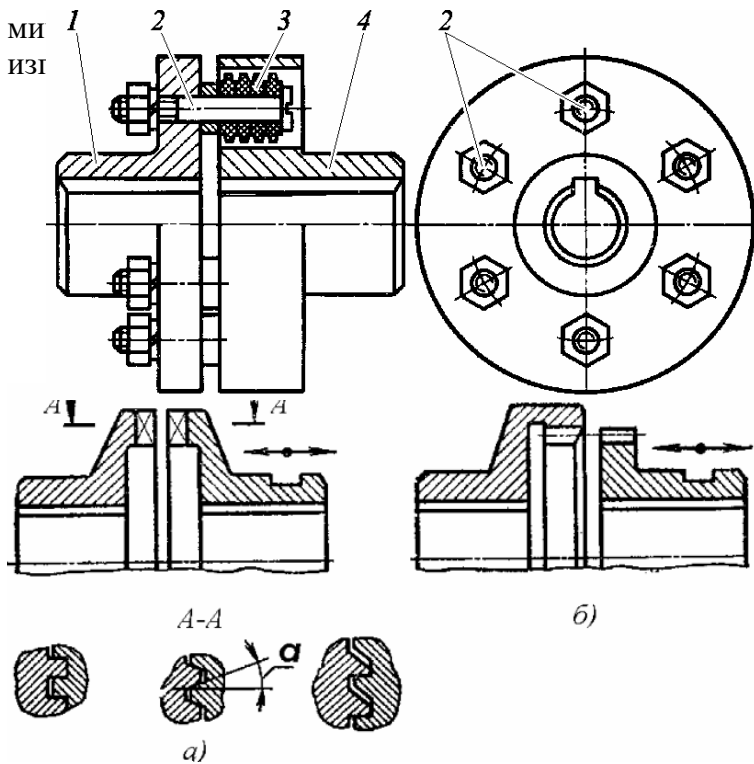


Рис. 7.17. Сцепные муфты:
 а – кулачковая сцепная муфта; б – зубчатая муфта

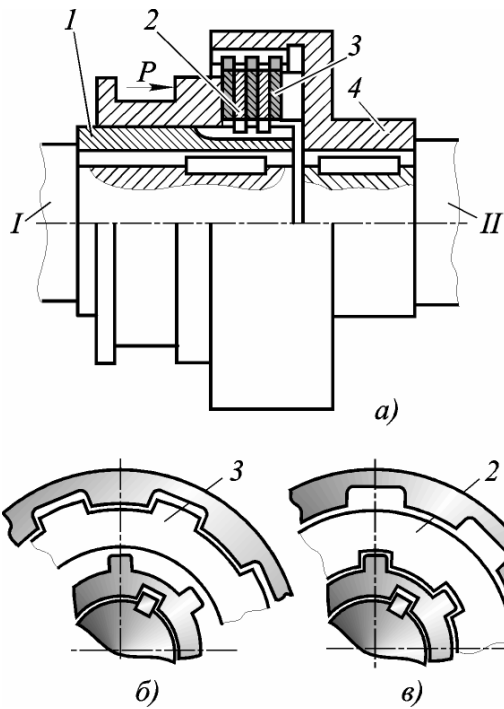


Рис. 7.18. Фрикционная муфта

ными устройствами.

Фрикционные муфты позволяют включать механизмы станка на ходу. Дисковые электромагнитные муфты очень удобны для дистанционного управления.

маций промежуточных деталей,

Втулочно-пальцевая упругая муфта (рис. 7.16), состоящая из полумуфт 1 и 4, с помощью резиновых колец 3, установленных на пальцах 2, амортизирует вибрации, передаваемые с одного вала на другой.

Сцепные муфты необходимы для периодического соединения звеньев привода (например, зубчатого колеса и вала в коробке передач). Кулачковые и зубчатые сцепные муфты состоят из двух полумуфт, имеющих на торцовых поверхностях выступы-кулачки (рис. 7.17, а) или внешние и внутренние зубья (см. рис. 7.17, б).

В рабочем положении кулачки (зубья) одной полумуфты входят во впадины другой.

Для включения и выключения муфты одна из ее полумуфт устанавливается на валу подвижно на шпоночном или шлицевом соединении. Перемещение полумуфты осуществляется с помощью механизма управления.

Кулачковая муфта проста по конструкции, надёжна, имеет небольшой осевой ход для включения, но не может включаться при больших скоростях вращения валов. Зубчатая муфта более работоспособна и технологична, чем кулачковая.

В дисковой фрикционной муфте (муфте трения) вращение передают диски двух типов. Диски 2 с внутренними выступами (рис. 7.18, в) соединены со втулкой 1, закрепленной на валу I, а диски 3 с наружными выступами (см. рис. 7.18, б) — с корпусом 4, закрепленным на валу II.

Величина передаваемой нагрузки с вала I на вал II определяется силой P сжатия дисков. Диски сжимаются механическими, гидравлическими, пневматическими или электромагнит-

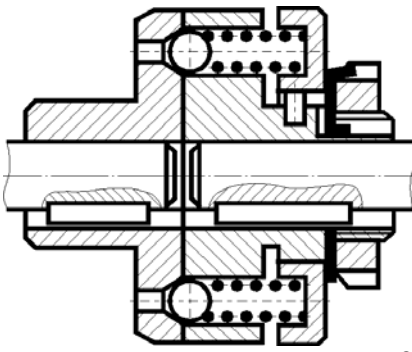


Рис. 7.19. Предохранительная муфта

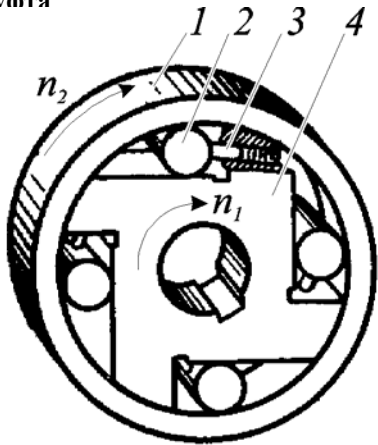


Рис. 7.20. Муфта обгона

амоуправляемые муфты предназначены для автоматического сцепления и расцепления валов при изменении заданного режима работы.

Предохранительные муфты служат для предохранения ответственных и дорогостоящих деталей механизмов от оломок при перегрузках, а также для автоматизации управления движениями (например, для остановки стола ганка жёстким упором).

Простейшими являются предохранительные муфты со срезающимися штифтами, передающими крутящий момент, если он не превысил расчётное значение.

Муфты с подпружиненными шариками (рис. 7.19), которые отжимаются при перегрузке, проскальзывают и разъединяют детали муфты. Подпружиненные шарики способны сами восстанавливать сцепление после снижения нагрузки. Такими же свойствами обладают пружинно-кулачковые муфты, имеющие сильно скошенные кулачки.

Муфты обгона применяют в тех случаях, когда ведомому валу, имеющему медленное вращение, требуется периодически сообщать быстрое вращение. Наибольшее применение нашла роликовая муфта обгона (рис. 7.20). Она состоит из закрепленного на ведущем валу (n_1) корпуса 4, наружного кольца или втулки 1, связанной (или составляющей одно целое) с ведомым зубча-

тым колесом или шкивом (n_2), и нескольких роликов 2, помещённых в вырезях корпуса 4. Каждый ролик поджимается подпружиненными штифтами 3 к кольцу 1. Если ведущей частью является корпус 4, то при вращении его по часовой стрелке (n_1), ролики увлекаются трением в узкую часть вырезов и заклиниваются там. В этом случае корпус 4 и кольцо 1 будут вращаться вместе. Муфта обгона всегда передает вращение в одном направлении. Если при продолжающемся движении корпуса 4 кольцу 1 сообщить движение по другой кинематической цепи, направленное в ту же сторону, но имеющее скорость (n_2), большую по величине, чем скорость корпуса 4, то кольцо 1 сместит ролики к широкой части вырезов корпуса 4 и муфта окажется расцепленной. При этом детали 1 и 4 будут вращаться каждая со своей скоростью. Ведущим может быть и кольцо 1. В этом случае направление вращения деталей 1 и 4 изменится на противоположное.

7.8. Реверсивные механизмы

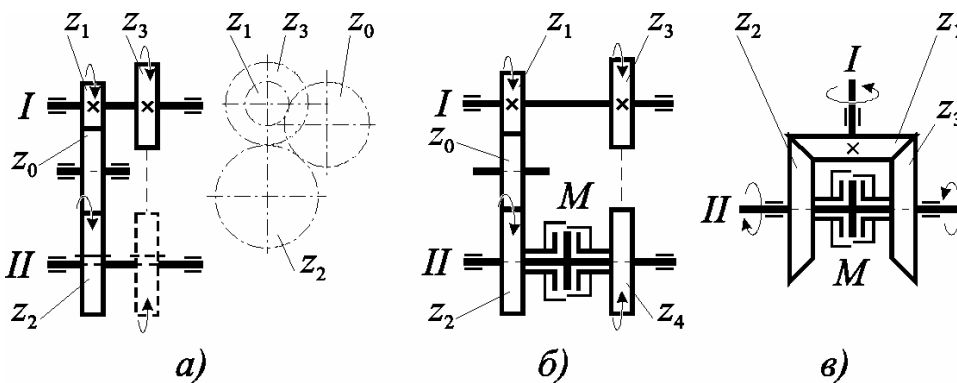


Рис. 7.21. Схемы реверсивных механизмов

Реверсировать рабочее движение (изменять его направление) при неизменном направлении работы двигателя можно введением дополнительной зубчатой передачи (*паразитного колеса*) или переключением устройства с коническими колёсами.

В цилиндрических зубчатых передачах паразитное колесо вводят, включая дополнительную (с паразитным колесом) ветвь цепи с помощью скользящего колеса z_2 (рис. 7.21, *а*) или муфты M (см. рис. 7.21, *б*). Реверсивные механизмы с коническими колёсами (см. рис. 7.21, *в*) переключаются обычно двухсторонней муфтой M .

7.9. Механизмы привода прямолинейного движения

Кулачковые механизмы служат для преобразования вращательного движения кулачка в поступательное движение механизмов станка с определенной закономерностью. Кулачковые механизмы бывают с *плоским* (рис. 7.22, *б*), *цилиндрическим* (*а*) или *торцовым* (*в*) кулачками.

Плоский (дисковый) кулачок 1 (см. рис. 7.22, *б*) сообщает движение толкателю 2 в виде рычага в плоскости, перпендикулярной к оси кулачка.

Цилиндрический (барабанный) кулачок 1 (см. рис. 7.22, *а*) сообщает движение толкателю 2 вдоль оси кулачка. Цилиндрический кулачок перемещает ролик толкателя в обе стороны благодаря наличию фигурного паза. Если одну сторону паза убрать, то получится торцовый кулачок (см. рис. 7.22, *в*), к которому толкатель должен быть прижат, например, пружиной.

В отличие от реечной передачи или передачи винт-гайка, обеспечивающих равномерное движение, кулачок, вращаясь *равномерно*, способен обеспечить *различные законы движения* толкателя. Это зависит от рабочего профиля кулачка.

Механизмы с кривошипом преобразуют вращательное движение кривошипа в возвратно-поступательное движение ведомого звена. *Кривошипно-шатунный* механизм (рис. 7.23, *а*) содержит кривошип 1, шатун 3 и ползун 4. Кривошип является ведущим звеном и представляет собой палец 1, находящийся на расстоянии r от оси вращения, и связанный с диском 2, имеющим направляющие, или стержнем. Ползун 4 — ведомое звено, совершающее возвратно-поступательное движение. Шатун 3 шарнирно соединён с кривошипом и ползуном. Ход ползуна равен $2r$, поэтому в конструкции кривошипа предусматривают направляющие, чтобы регулировать положение пальца. Регулируя длину шатуна 3,

изменяют место хода, т.е. сдвигают крайние положения ползуна 4.

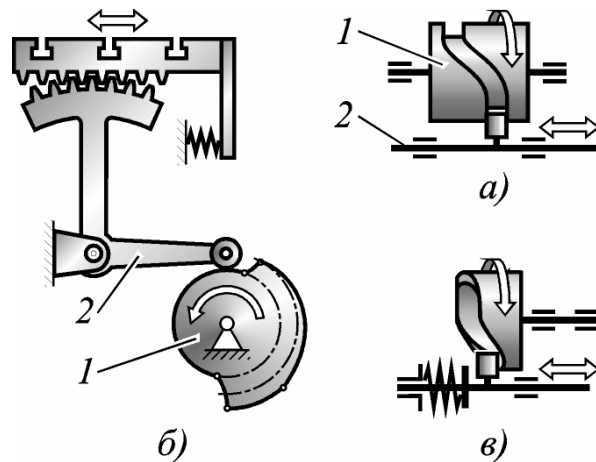


Рис. 7.22. Кулачковые механизмы

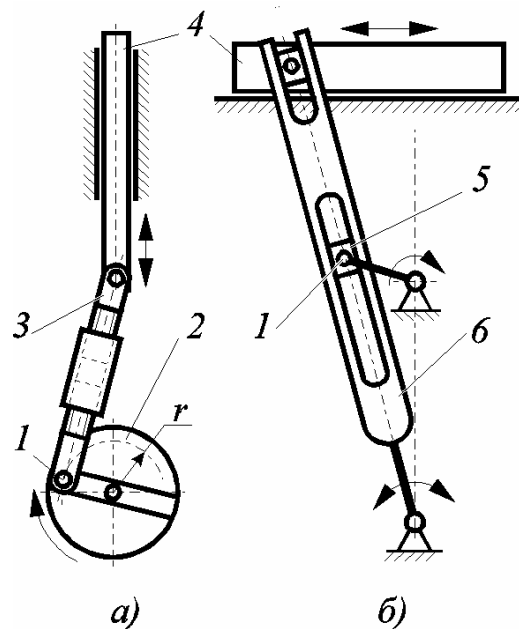


Рис. 7.23. Механизмы с кривошипом: *а* — кривошипно-шатунный; *б* — кривошипно-кулисный

Кривошипно-кулисный механизм (рис. 7.23, б) содержит, кроме ведущего кривошипа 1 и ведомого ползуна 4, камень 5, перемещающийся в направляющем пазу кулисы 6. При вращении кривошипа кулиса качается, а ползун движется возвратно-поступательно. Кривошипно-кулисный механизм отличается большой быстроходностью, достаточно плавным реверсированием, но скорость рабочего хода неравномерна, а при уменьшении скорости рабочего хода уменьшается и скорость холостого хода.

7.10. Механизмы прерывистого (периодического) движения

Кривошипные и кулачковые механизмы работают с периодическим изменением направления и скорости движения ведомого звена. При этом начальное и конечное положения этого звена повторяются периодически, не меняясь. Ведомое звено движется непрерывно, за исключением участка кулачка (кулачкового механизма), соответствующего выдержке (когда рабочий орган неподвижен).

В ряде случаев необходимо периодически перемещать в одном направлении ведомое звено, например, подавать инструмент на глубину резания в строгальных станках, поворачивать револьверную головку. Движение при этом происходит кратковременно, толчком. Для этого служат храповые и мальтийские механизмы.

Храповые механизмы могут быть с наружным и внутренним зацеплением. В механизме с наружным зацеплением (рис. 7.24, а) собачка 3 сообщает качательное движение. При движении против часовой стрелки собачка через зубья храпового колеса 2 поворачивает его на некоторый угол. При обратном ходе собачка, проскальзывая по зубьям храпового колеса, не вращает его. Качательное движение собачка 3 получает через шатун от ведущего кривошипного диска 6 с пальцем 5. Изменение положения пальца 5 в пазу (т.е. изменение радиуса R) позволяет регулировать угол поворота α собачки 3. Другим способом изменять угол поворота храпового колеса при неизменном положении кривошипного пальца 5 можно щитком 4, который закрывает часть зубьев храпового колеса, и собачка в начальный период рабочего движения скользит по его поверхности, а затем сходит с него, попадая на зуб храпового колеса, и поворачивает его. Щиток в выбранном положении удерживает фиксатор 1.

В храповом механизме с внутренним зацеплением (см. рис. 7.24, б) вал с жестко посаженным на нём диском к которому прикреплена собачка 3, имеет качательное

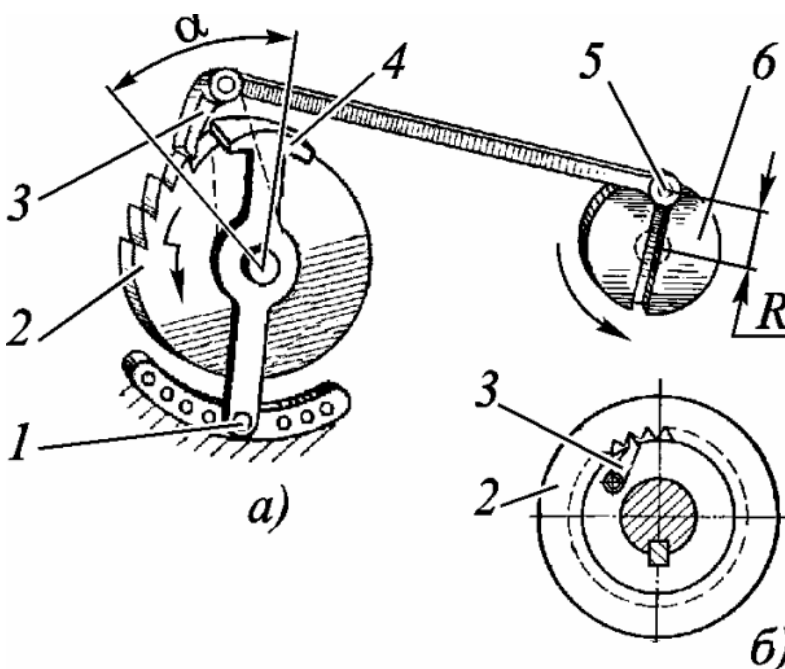


Рис. 7.24. Храповые механизмы

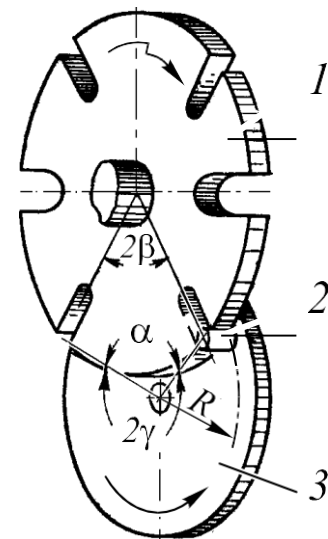


Рис. 7.25. Мальтийский механизм

движение, и собачка, вращаясь по часовой стрелке, поворачивает храповое колесо 2. Когда собачка движется в обратном направлении, храповое колесо неподвижно.

Мальтийские механизмы применяют для того чтобы периодически поворачивать на определённый угол 2β ведомое звено — многопазовый диск (“мальтийский крест”) 1 (рис. 7.25) при равномерном повороте ведущего звена — кривошипного диска 3. За часть оборота кривошипного диска 3 (угол 2α), когда происходит поворот диска 1, кривошипный палец (цевка) 2 вводится в радиальный паз и выводится из него. В момент вывода пальца из одного паза следующий паз оказывается в положении, при котором палец может быть снова введён в него. Для смягчения удара палец должен входить в паз в строго радиальном направлении. На угол 2γ кривошип поворачивается вхолостую. Если у кривошипного диска 3 два пальца, то за один его оборот многопазовый диск 1 поворачивается дважды, каждый раз на угол 2β .