

Основы технических знаний Элементы машиноведения

Петров Андрей Николаевич,
старший преподаватель НГПУ

Основные понятия

- *Технология* определяется как наука о преобразовании и использовании материи, энергии и информации в интересах и по плану человека
- наука включает изучение методов и средств (орудия, техника) преобразования и использования указанных объектов
- *“Технология”* произошло от двух греческих слов: “техно” – мастерство и “логос” – наука, т.е. технология – это наука о мастерстве

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

- **Техника** (от греч. *techné* - искусство, мастерство, умение), совокупность средств человеческой деятельности, создаваемых для осуществления процессов производства и обслуживания непродовольственных потребностей общества
- В технике материализованы знания и опыт, накопленные человечеством в процессе развития общественного производства.
- Техника облегчает трудовые усилия человека и увеличивает их эффективность.
- *Техника используется для:*
 - создания материальных и культурных благ;
 - получения, передачи и превращения энергии;
 - исследования законов развития природы и общества;
 - передвижения и связи;
 - сбора, хранения, переработки и передачи информации;
 - управления обществом;
 - обслуживания быта;
 - ведения войны и обеспечения обороны.

- Основную часть технических средств составляет *производственная техника*



Машины выполняют какую-либо полезную работу.
Это основной признак машины

Лопата



Экскаватор



МАШИНЫ

Транспортные

Энергетические

Технологические

Счётно –
решающие

Самолёт
и вертолёт,
электровоз
и теплоход,
автомобиль и
велосипед

Турбина и
двигатель
внутреннего
сгорания,
электро-
двигатель и
электро-
генератор

Подъёмный кран
и сеялка,
металлообработы
вающий станок и
печатная машина

Арифмометр
современные
вычислительн
ые машины

МАШИНЫ

Рама (остов)

двигатель

**передаточный
механизм**

**рабочий
(исполнительный) орган**

устройства управления



Основные детали и узлы машин

Деталь - элементарная часть механизма, неделимая при его разборке и сборке

Все детали, повторяющиеся в различных машинах механизмах, называются *типовыми*

Типовые детали

1. Опоры станины, колонны, кронштейны, корпуса.
2. Валы (сплошные и пустотелые), оси (неподвижные).
3. Подшипники скольжения и качения (шариковые и роликовые, однорядные и двухрядные).
4. Муфты (глухая, кулачковая и фрикционная).
5. Шкивы (одноступенчатые и многоступенчатые).
6. Зубчатые колёса (цилиндрические и конические, прямозубые и косозубые).
7. Винты и гайки, служащие для передачи движений и усилий.
8. Соединительные и крепёжные детали – шпонка, болт, гайка, шайба.

Основные детали и узлы машин

- *Неподвижные детали*, которые служат для поддержания подвижных деталей, являются для них опорой.
- *Подвижные детали*, выполняющие основные функции механизма – передачу движения или преобразование одного вида движения в другой.
- *Соединительные и крепёжные детали*, служащие для соединения и закрепления других деталей.

Механизм (от греч. *mechane* – машина) – это устройство для передачи и преобразования движения. Оно представляет собой систему твёрдых тел (звеньев), в которой движение одного или нескольких тел (ведущих) вызывает определённое движение остальных тел системы.

- *Детали в машинах и механизмах* во время работы находятся в движении или остаются неподвижными, т. е. соединёнными неподвижно или подвижно. (неподвижные - такие соединения, в которых детали не могут перемещаться относительно друг друга; подвижные - соединения, в которых одни детали могут перемещаться относительно других).
- Различают *три вида движений* деталей в механизмах: *вращательное, поступательное и винтовое.*
- *Вращательное движение* осуществляется деталями, имеющими поверхности вращения, одна из которых - стержень, другая – соответствующее ему отверстие, например колесо на оси
- *Поступательное движение* осуществляется деталями, которые имеют направляющие (выступ или пустоту), например канавку на пиноли задней бабки;
- *Винтовое движение* (сочетание вращательного и поступательного движений) осуществляется деталями с резьбой, например винт слесарных тисков, ввинчиваясь в гайку, не только вращается, но и перемещается поступательно на определённую величину за один оборот.
- Механизм приводится в действие благодаря силам, приложенным к нему. Детали механизма передают или воспринимают движение и в соответствии с этим называются *ведущими или ведомыми*. Детали механизма, соединённые между собой, образуют *кинематическую цепь*.

МЕХАНИЗМЫ



фрикционные

с гибкими
звеньями

кулачковые

зубчатые

рычажные

Механизмы, используемые для передачи движения с заданными усилиями и скоростями (оборотами), называют *передачами*

В технологических машинах, применяемых для обработки конструкционных материалов, чаще всего используют ремённые и зубчатые передачи. Их основная задача – передать вращательное движение, как правило, с преобразованием его скорости

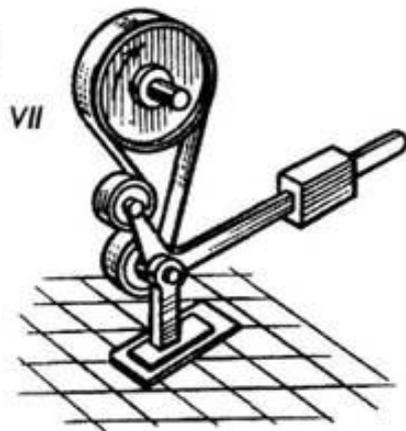
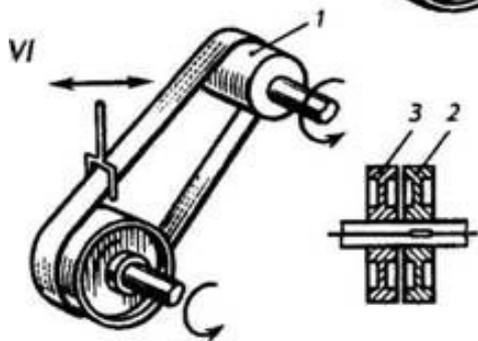
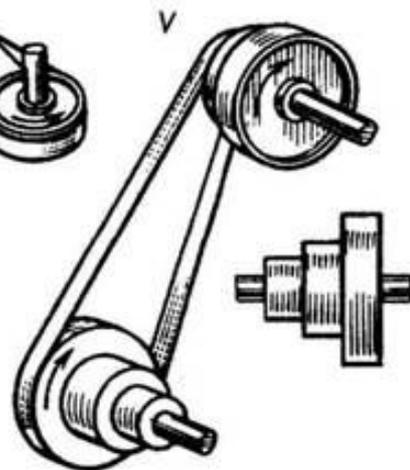
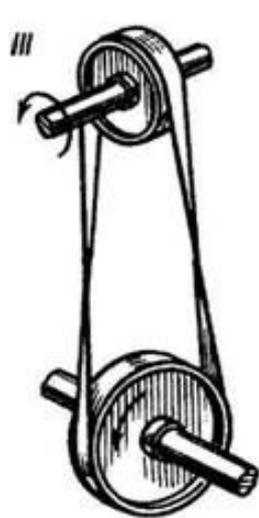
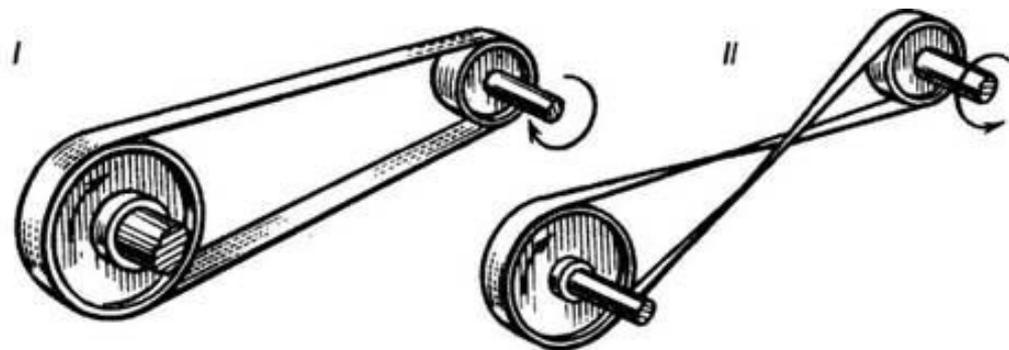
Передачи характеризуются *передаточным числом*, оно зависит от диаметра шкивов в ремённой передаче и от числа зубьев колёс в зубчатой передаче.

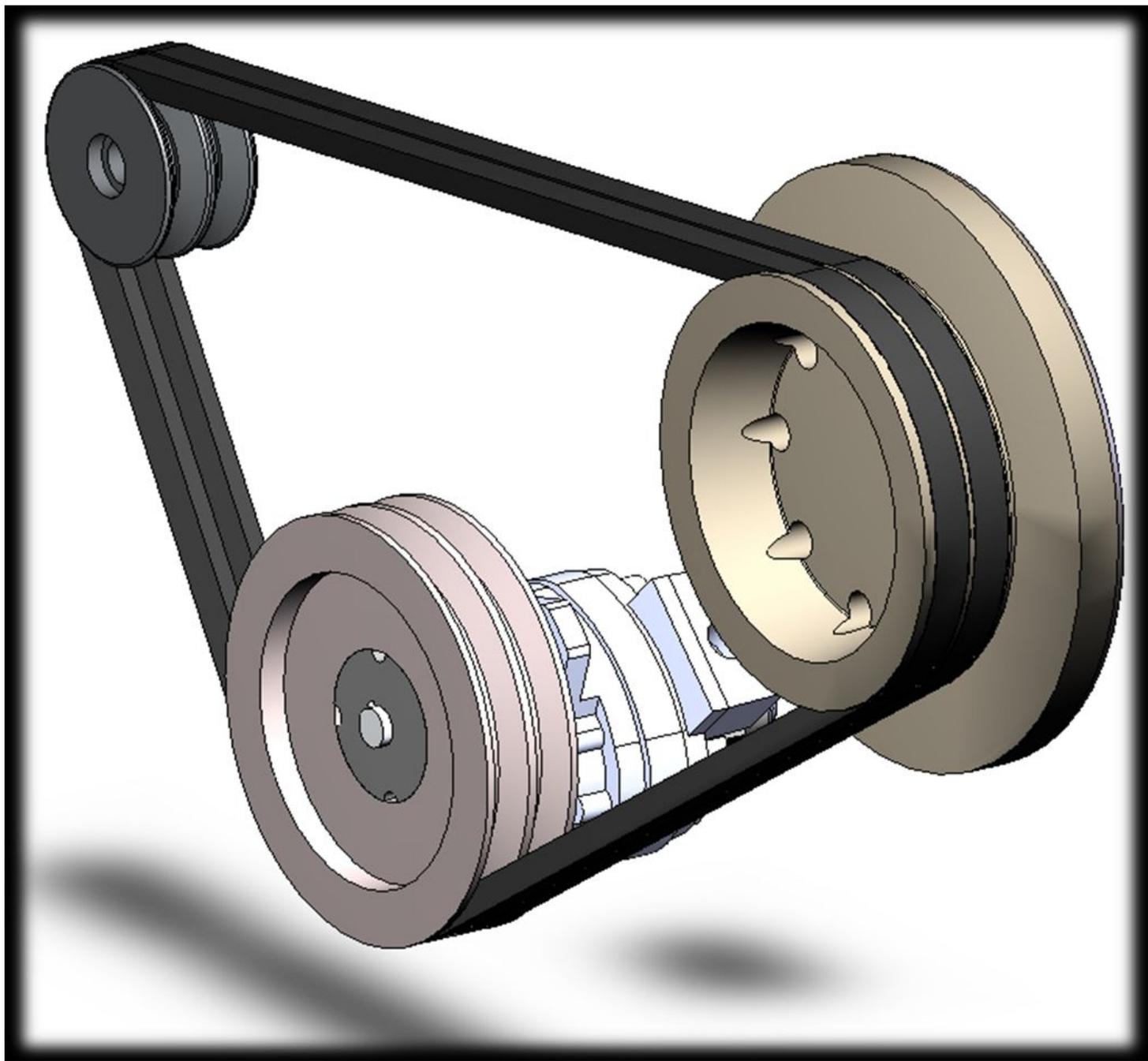
Подвижное соединение двух звеньев принято называть *кинематической парой*, а совокупность звеньев, образующих кинематические пары, - *кинематической цепью*. Схему, на которой с помощью условных обозначений изображают звенья механизма и кинематические пары, называют *кинематической*.

Ременная передача

Ременная передача – это механизм для передачи вращения с помощью шкивов (колёс с широкими ободами), закреплённых на валах, и надетого на них бесконечного ремня. Шкивы подбирают различных диаметров, чтобы изменить скорость вращения ведомого вала. По типу ремней передачи делят на плоскоремённые, клиноремённые и круглоремённые. В зависимости от расположения валов передачи бывают с параллельными, пересекающимися и перекрещивающимися осями валов.

.





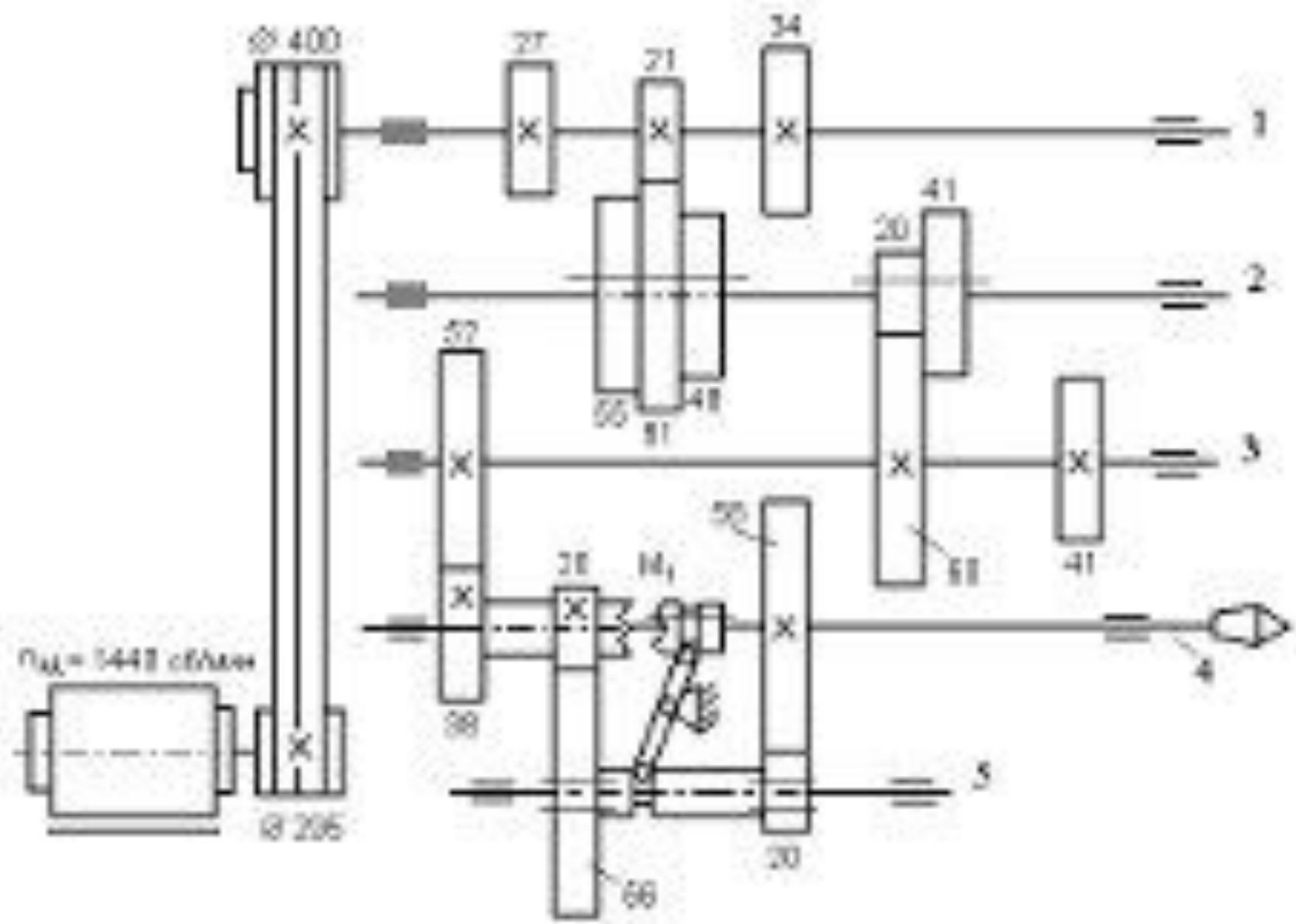
ДОСТОИНСТВА

- плавность работы;
- бесшумность;
- компенсация неточности установки шкивов редуктора, особенно по углу скрещивания между валами, вплоть до применения передачи между перемещаемыми валами;
- компенсация перегрузок (за счет проскальзывания);
- сглаживание пульсаций как от двигателя (особенно ДВС), так и от нагрузки, поэтому упругая муфта в приводе может быть необязательна;
- отсутствие необходимости в смазке;
- низкая стоимость деталей (ремня и шкивов);
- лёгкий монтаж;
- возможность использования в качестве муфты сцепления (например, на мотоблоках)
- (для клиновых ремней) возможность получения регулируемого передаточного отношения (вариатор)
- (в сравнении с цепной передачей):
 - возможность работы на высоких окружных скоростях;
 - при обрыве ремня прочие элементы привода не повреждаются, и шкивы вращаются свободно (а при обрыве цепи она часто складывается, повреждая кожух и блокируя приводной вал)
- (в сравнении с зубчатой передачей):
 - возможность передачи движения между валами, находящимися на значительном расстоянии друг от друга

НЕДОСТАТКИ

- **большие размеры** (для одинаковых условий нагружения диаметры шкивов почти в 5 раз большие, чем диаметры зубчатых колёс);;
- **малая несущая способность**;
- **малый срок службы** (в пределах 1000-5000 часов);
- **скольжение** (не относится к зубчатым ремням), из-за чего непостоянство передаточного числа;
- **повышенная нагрузка на валы** и их опоры, что связано с необходимостью достаточно высокого предварительного натяжения ремня;
- **наличие дополнительных элементов** (всегда - для натяжения ремня и иногда - для гашения колебаний длинной ветви и удержания ремня на шкивах)

Зубчатые ремни включают в себя достоинства как ремённых передач (бесшумность, простота конструкции и обслуживания), так и цепных передач (постоянство передаточного отношения, большая нагрузочная способность по сравнению с "обычными" ремёнными передачами).



Зубчатые передачи

Зубчатой передачей называют механизм, соединяющий посредством зубчатых колёс ведущий и ведомый валы.

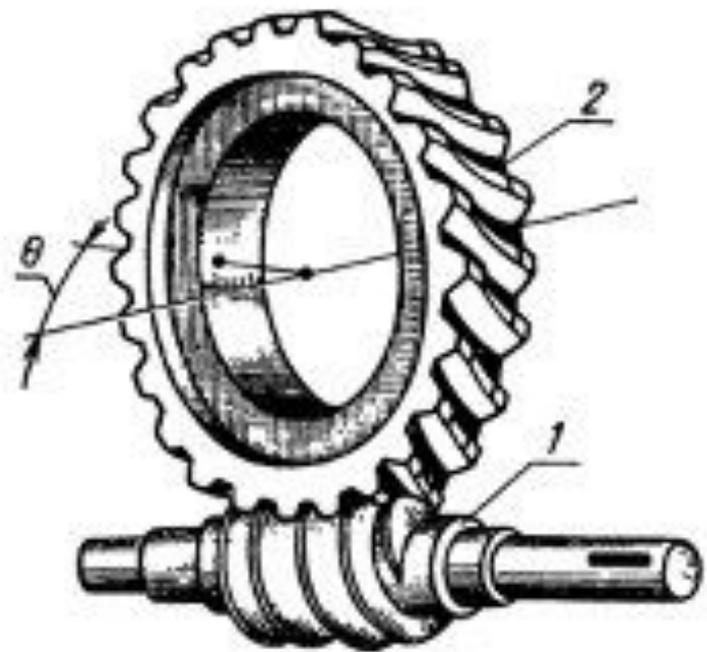
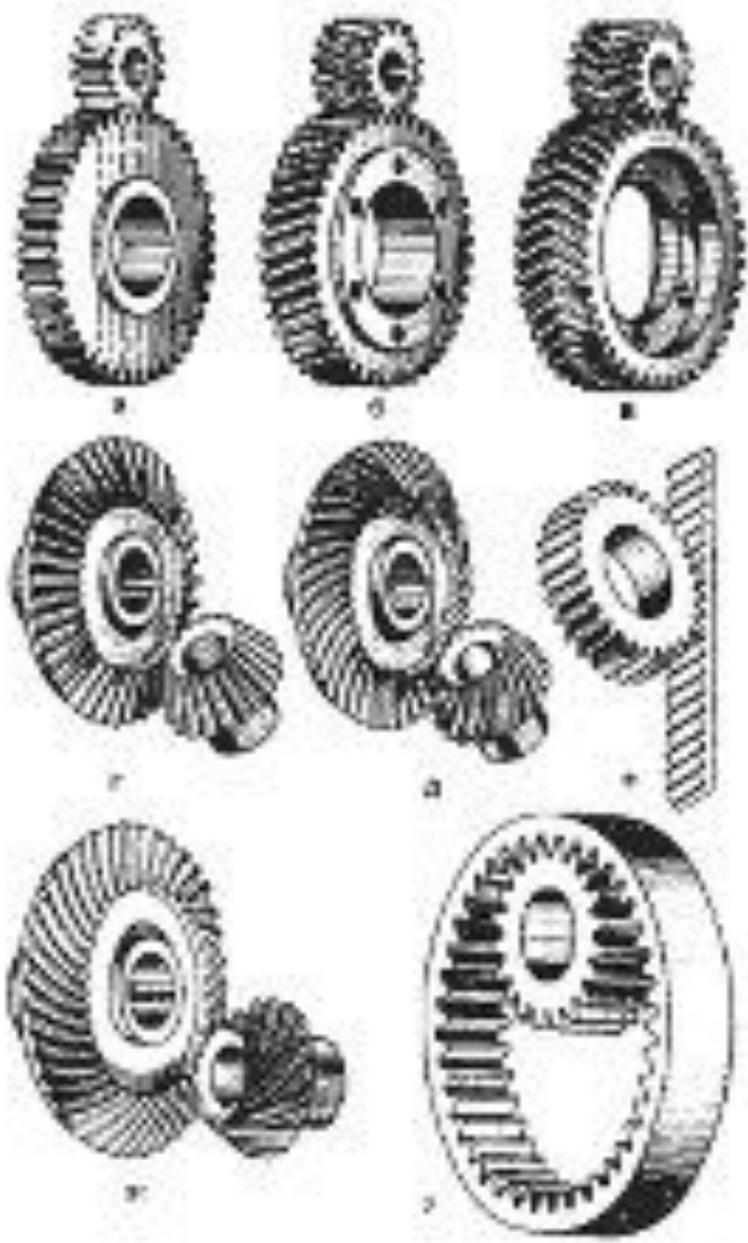
Различают:

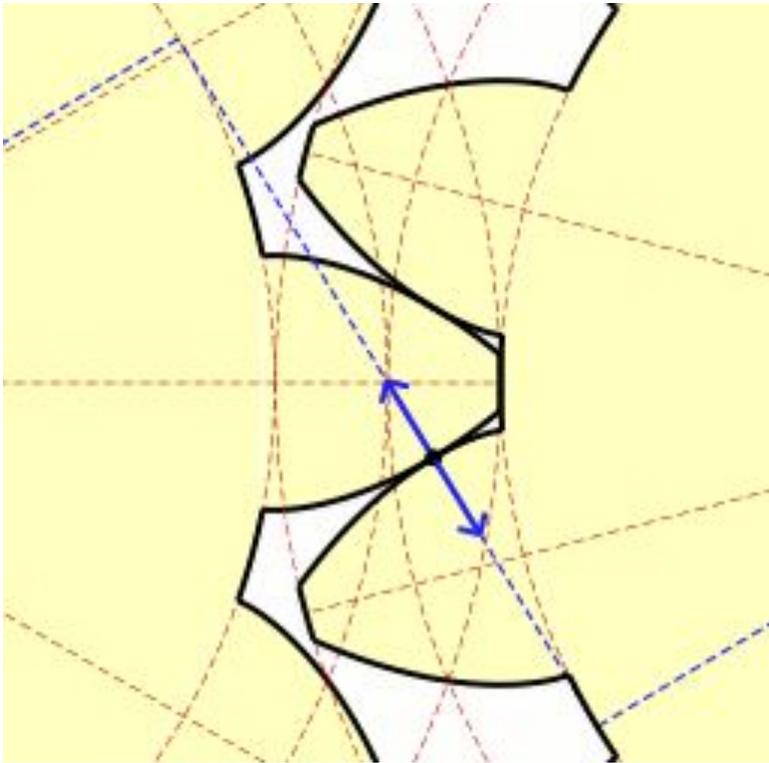
цилиндрические зубчатые передачи – с параллельными валами,
конические – с пересекающимися,
червячные – со скрещивающимися.

Колёса цилиндрической передачи по форме боковой поверхности зуба подразделяются на *прямозубые, косозубые и шевронные*.

Конические зубчатые колёса чаще всего изготавливают *прямозубыми и косозубыми*.

В червячной передаче червяк представляет собой *видоизменённое косозубое колесо с большим углом наклона зубьев* (витков). Оси валов червячной передачи перекрещиваются обычно под прямым углом.





Основные параметры

Цилиндрические зубчатые передачи

- число зубьев шестерни
- Число зубьев колеса
- Модуль
- Угол наклона линии зуба
- Передаточное отношение

Реечные зубчатые передачи:

- Число зубьев колеса
- Модуль
- Угол наклона линии зуба, рейки)

Конические зубчатые передачи

- Число зубьев шестерни
- Число зубьев колеса
- Внешний окружной модуль
- Передаточное число

Червячные передачи:

- Модуль
- Коэффициент диаметра червяка
- Число витков червяка
- Вид червяка — (архимедов, эвольвентный, конволютный и цилиндрический)
- Передаточное отношение

Достоинства зубчатых передач:

- малые габариты;
- высокий КПД;
- постоянство передаточного отношения из-за отсутствия проскальзывания;
- возможность применения в широком диапазоне вращающих моментов, скоростей и передаточных отношений;
- надежность в работе и простота обслуживания.

Недостатки зубчатых передач:

- высокие требования к точности изготовления;
- шум при работе со значительными скоростями.

Валы и оси

Части машин и механизмов могут вращаться, двигаться поступательно или колебаться, передавая свое движение и усилия другим деталям.

Наиболее распространенным движением является *вращательное*, при котором осуществляется вращение различных деталей на *валах и осях*.

Вал представляет собой тело вращения цилиндрической, конической и другой формы, опирающееся на две или несколько опор.

На валу закрепляются шкивы, зубчатые колеса, маховики и т. п.

Некоторые из этих деталей, называемые *ведущими*, получают вращательное движение от постороннего источника энергии (двигателя).

К другим деталям вращение передается валом. Они называются *ведомыми*. Таким образом, вал при своем движении передает вращающий момент.

Момент обязательно передает усилие (вращающий момент), а поэтому испытывает деформации кручения и изгиба.

Валы по форме разделяются на *прямые или изогнутые* (коленчатые), целые или составные (собранные из нескольких частей), сплошные или полые (пустотелые).

Широкое распространение получили *коленчатые валы*. Они применяются в двигателях внутреннего сгорания, в паровых машинах, поршневых насосах (компрессорах).

Длинные валы, например гребные валы кораблей, из-за сложности их изготовления делают составными (разъемными).

Полые или трубчатые валы применяют тогда, когда необходимо уменьшить их вес или пропустить через внутреннее отверстие вала другие детали.

Например, шпиндели токарных, револьверных и других станков делаются полыми. В их отверстия вставляются прутки обрабатываемого металла.

Если вал не передает вращательного движения, а только поддерживает вращающиеся части, его называют осью. Таким образом, ось в отличие от вала не испытывает кручения, а подвергается лишь изгибу.

Оси делятся на *неподвижные* (например, оси колес велосипеда, мотоцикла, передних колес автомобиля) и *подвижные*, которые вращаются вместе с закрепленными на них деталями (например, оси железнодорожных и трамвайных прицепных вагонов).

Валы и оси воспринимают во время работы большие нагрузки. Поэтому их изготавливают из углеродистой конструкционной стали, подвергают обработке давлением и проверяют на прочность. Оси и валы быстроходных и тяжелых машин изготавливают из высококачественных (легированных) сталей, а для повышения прочности еще подвергают дополнительной термической обработке.

Часть вала или оси, которая находится на опоре (например, на подшипнике), называется *цапфой*.

Цапфа, находящаяся на конце вала или оси, называется *шипом*.

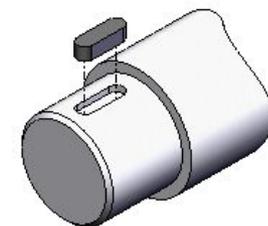
Цапфа, расположенная в промежутке между другими деталями, называется *шейкой*.

Если на вал или ось действует продольная (осевая) нагрузка, то цапфа этого вала или оси называется *пятой*.

Для того чтобы цапфа не сдвигалась на опоре продольно, ее диаметр делают меньше диаметра вала, что образует упорный *запечник*.

Размеры шипов и шеек выбирают с таким расчетом, чтобы они могли выдерживать большие нагрузки, быстро меняющиеся во время работы машины. Примером может служить работа валов прокатных станов, молотов и прессов.

Шпонки



Шпо́нка (от польск. *szponka* , через нем. *Spon, Span* — щепка, клин, подкладка) — деталь машин и механизмов продолговатой формы, вставляемая в паз соединяемых деталей шпоночного соединения для передачи крутящего момента.

По форме шпонки разделяются на *клиновые, призматические, сегментные, тангенциальные и цилиндрические*. Изготавливаются из различных сталей и сплавов.

- В России типоразмеры и требования к призматическим шпонкам задаются ГОСТ 23360-78. Немецкий стандарт DIN 6885. Американский стандарт ANSI B17.1.

- *Сегментная шпонка*

- В России типоразмеры и требования к сегментным шпонкам задаются ГОСТ 24071-97. Международный стандарт ISO 3912-77. Немецкий стандарт DIN 6885. Изготавливаются из различных сплавов стали.

Шлицевое (зубчатое) соединение

Шлицевое (зубчатое) соединение — соединение вала (охватываемой поверхности) и отверстия (охватывающей поверхности) с помощью шлицев (пазов) и зубьев (выступов), радиально расположенных на поверхности.

Обладает большой прочностью, обеспечивает соосность вала и отверстия, с возможностью осевого перемещения детали вдоль оси.



ШТИФТЫ

Штифт (нем. *Stift*) — крепёжное изделие в виде цилиндрического или конического стержня, предназначенное для неподвижного соединения деталей, как правило, в строго определённом положении, а также для передачи относительно небольших нагрузок.

- *Цилиндрический*
- *Зазубренный*
- *Сцепляющий*
- *Конический*

6.3. Примеры штифтовых соединений

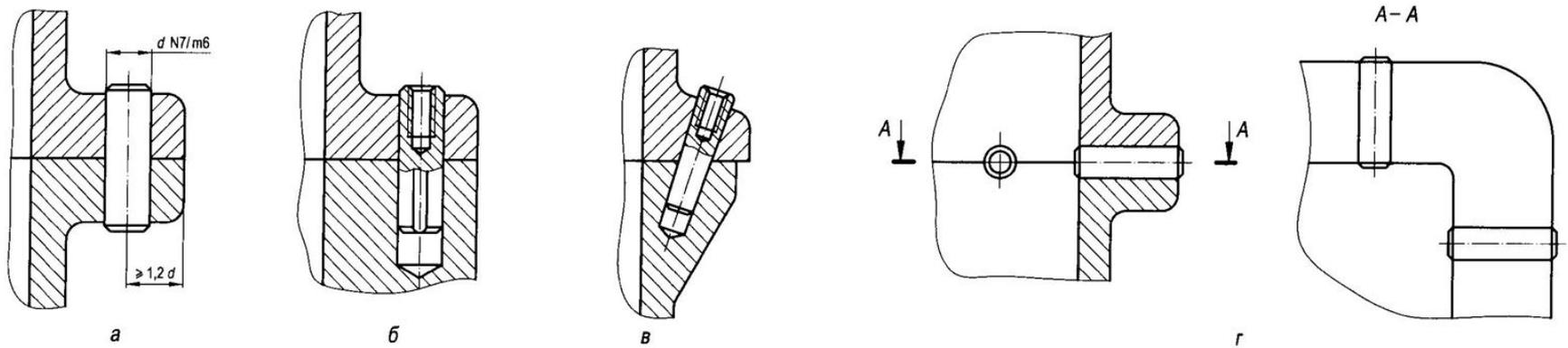


Рис. 6.3.1. Способы фиксации деталей (а–г) с плоскими поверхностями контакта

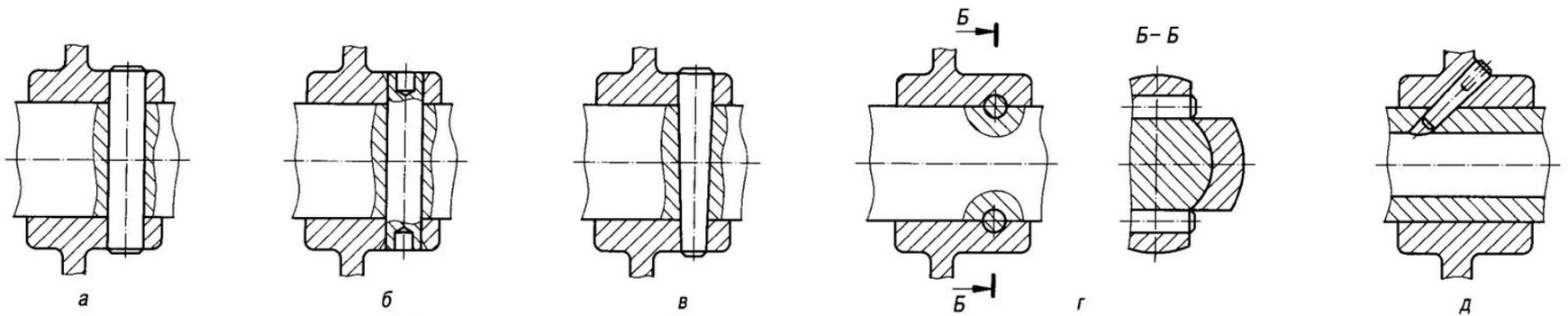


Рис. 6.3.2. Способы фиксации деталей (а–д) с цилиндрическими поверхностями контакта

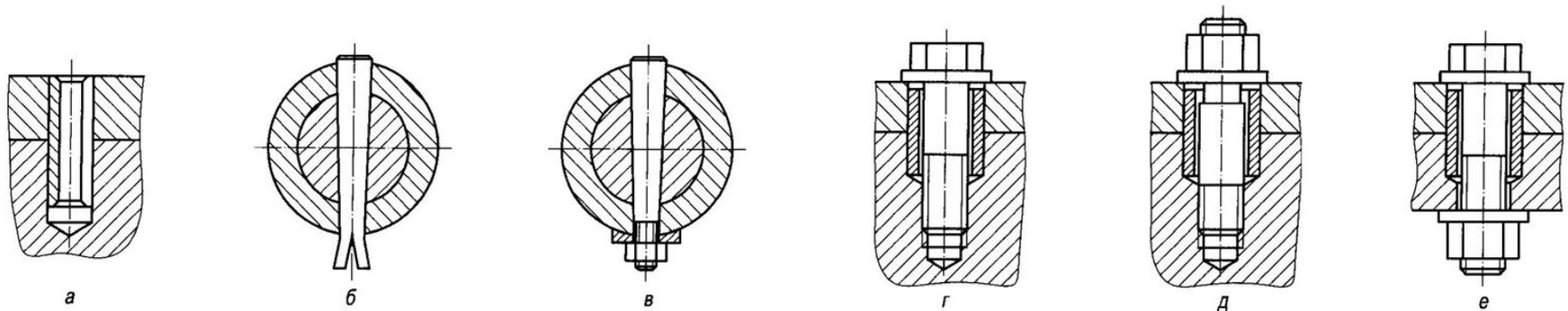
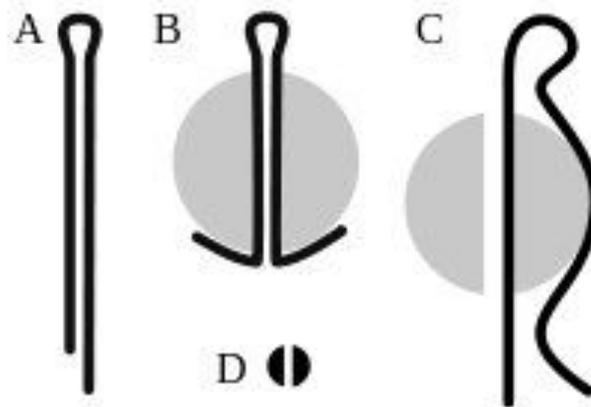


Рис. 6.3.3. Специальные штифты (а–е)

Шплинт (нем. *Splint*) — металлическое упругое крепление, изготавливаемое в виде проволочного стержня полукруглого сечения, согнутого пополам с образованием ушка в месте сгиба .

Применяется для скрепления слабо нагруженных деталей, либо для предотвращения самоотвинчивания гаек.

Для установки шплинта его вставляют в предназначенное для него сквозное отверстие, после чего загибают концы



Подшипники

Подшипник (англ. *bearing*) (от слова шип) — сборочный узел, являющееся частью опоры или упора, которое поддерживает вал, ось или иную подвижную конструкцию с заданной жёсткостью. Фиксирует положение в пространстве, обеспечивает вращение, качение или линейное перемещение для *линейных подшипников*) с наименьшим сопротивлением, воспринимает и передаёт нагрузку от подвижного узла на другие части конструкции

По принципу работы все подшипники можно разделить на несколько *типов*:

- *подшипники качения*;
- *подшипники скольжения*;

К подшипникам *скольжения* также относят:

- газостатические подшипники;
- газодинамические подшипники;
- гидростатические подшипники;
- гидродинамические подшипники;
- магнитные подшипники.

Подшипники скольжения разделяют

в зависимости от формы подшипникового отверстия:

- одно- или многоповерхностные,
- со смещением поверхностей (по направлению вращения) или без (для сохранения возможности обратного вращения),
- со смещением или без смещения центра (для конечной установки валов после монтажа);

по направлению восприятия нагрузки:

- радиальные
- осевые (упорные, подпятники),
- радиально-упорные;

по конструкции:

- неразъемные (втулочные; в основном, для I-1),
- разъемные (состоящие из корпуса и крышки; в основном, для всех, кроме I-1),
- встроенные (рамовые, составляющие одно целое с картером, рамой или станиной машины);

по количеству масляных клапанов:

- с одним клапаном,
- с несколькими клапанами;

по возможности регулирования:

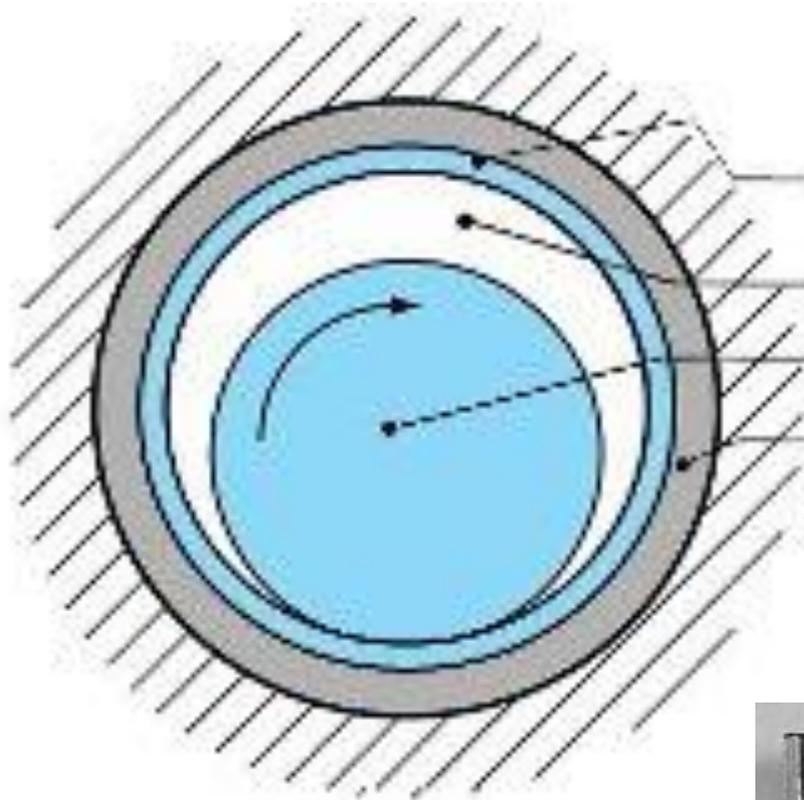
- нерегулируемые,
- регулируемые.

Достоинства

- Надежность в высокоскоростных приводах
- Способны воспринимать значительные ударные и вибрационные нагрузки
- Сравнительно малые радиальные размеры
- Допускают установку разъемных подшипников на шейки коленчатых валов и не требуют демонтажа других деталей при ремонте
- Простая конструкция в тихоходных машинах
- Позволяют работать в воде
- Допускают регулирование зазора и обеспечивают точную установку геометрической оси вала
- Экономичны при больших диаметрах валов

Недостатки

- В процессе работы требуют постоянного надзора за смазкой
- Сравнительно большие осевые размеры
- Большие потери на трение при пуске и несовершенной смазке
- Большой расход смазочного материала
- Высокие требования к температуре и чистоте смазки
- Пониженный коэффициент полезного действия
- Неравномерный износ подшипника и цапфы
- Применение более дорогих материалов

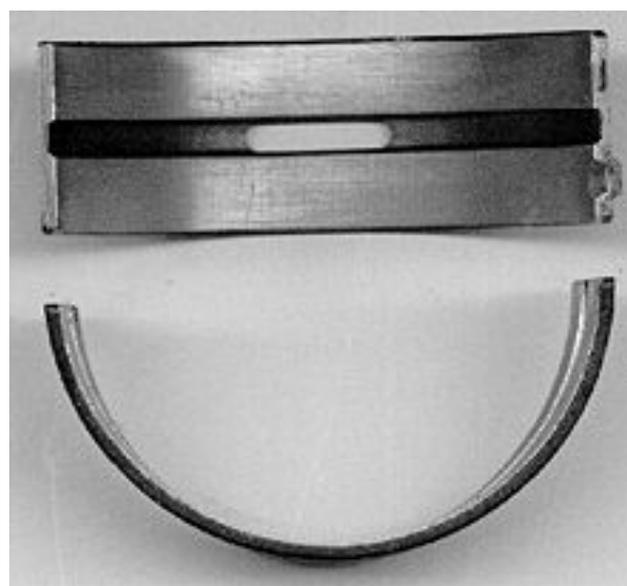


Вкладыш из
антифрикционного
материала

Зазор

Вал

Корпус подшипника



Подшипники качения

Подшипники качения состоят из двух колец, тел качения (различной формы) и сепаратора (некоторые типы подшипников могут быть без сепаратора), отделяющего тела качения друг от друга, удерживающего на равном расстоянии и направляющего их движение.

По наружной поверхности внутреннего кольца и внутренней поверхности наружного кольца (на торцевых поверхностях колец упорных подшипников качения) выполняют желоба — дорожки качения, по которым при работе подшипника катятся тела качения.

Классификация подшипников качения

По виду тел качения

- Шариковые,
- Роликовые (игольчатые, если ролики тонкие и длинные);

По типу воспринимаемой нагрузки

- Радиальные (нагрузка вдоль оси вала не допускается).
- Радиально-упорные, упорно-радиальные. Воспринимают нагрузки как вдоль, так и поперек оси вала. Часто нагрузка вдоль оси только одного направления.
- Упорные (нагрузка поперек оси вала не допускается).
- Линейные. Обеспечивают подвижность вдоль оси, вращение вокруг оси не нормируется или невозможно. Встречаются рельсовые, телескопические или вальные линейные подшипники.
- Шариковые винтовые передачи. Обеспечивают сопряжение винт-гайка через тела качения.

По числу рядов тел качения

- Однорядные,
- Двухрядные,
- Многорядные;

По способности компенсировать несоосность вала и втулки

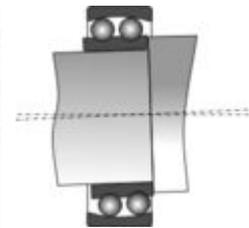
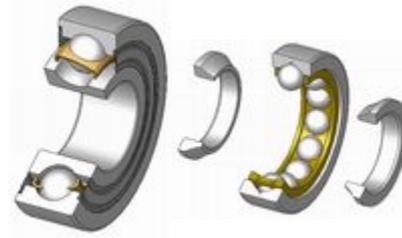
- Самоустанавливающиеся.
- Несамустанавливающиеся.

Достоинства подшипников качения:

- Сравнительно малая стоимость вследствие массового производства подшипников.
- Малые потери на трение и незначительный нагрев (потери на трение при пуске и установившемся режиме работы практически одинаковы).
- Высокая степень взаимозаменяемости, что облегчает монтаж и ремонт машин.
- Малый расход смазочного материала.
- Не требуют особого внимания и ухода.
- Малые осевые размеры.

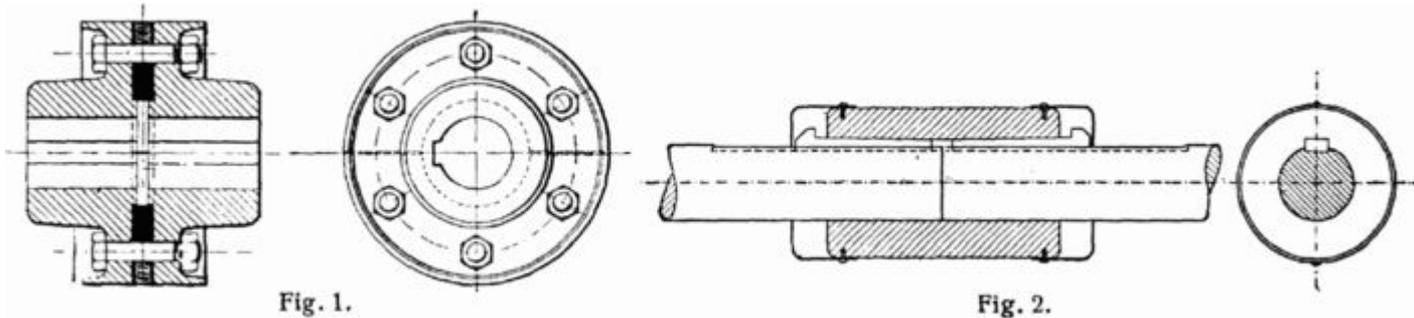
Недостатки подшипников качения:

- Высокая чувствительность к ударным и вибрационным нагрузкам вследствие большой жесткости конструкции подшипника.
- Малонадежны в высокоскоростных приводах из-за чрезмерного нагрева и опасности разрушения сепаратора от действия центробежных сил.
- Сравнительно большие радиальные размеры.
- Шум при больших скоростях.



Муфты

Муфта — устройство (деталь машины), предназначенное для соединения друг с другом концов валов и свободно сидящих на них деталей и передачи крутящего момента. Служат для соединения двух валов, расположенных на одной оси или под углом друг к другу.



Классификации муфт

По видам управления

- Управляемые — сцепные, автоматические
- Неуправляемые — постоянно действующие.

По группам муфт (механические)

Жёсткие (глухие) муфты:

- Втулочные (по ГОСТ 24246-96) ;
- фланцевые (по ГОСТ 20761-96);
- продольно-свёртные (по ГОСТ 23106-78).

Компенсирующие муфты — компенсируют радиальные, осевые и угловые смещения валов:

- шарнирные муфты — угловое смещение до 45° (по ГОСТ 5147-97)
- зубчатые
- цепные (по ГОСТ 20742-93).

Упругие муфты — компенсация динамических нагрузок:

- муфты с торообразной оболочкой (по ГОСТ 20884-93);
- втулочно-пальцевые (по ГОСТ 21424-93);
- муфты со звёздочкой (по ГОСТ 14084-93).

Сцепные муфты — соединение или разъединение валов или валов с установленными на них деталями.

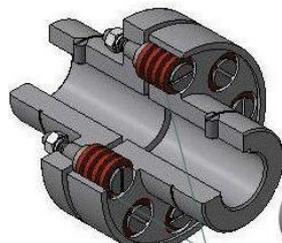
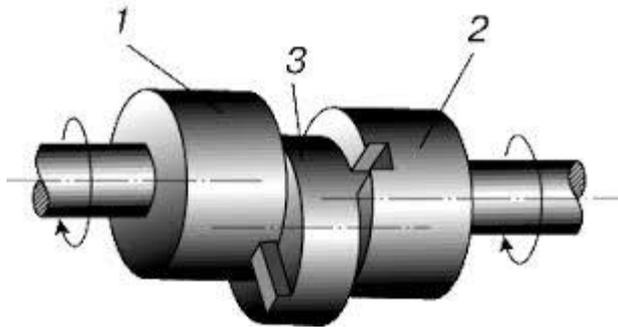
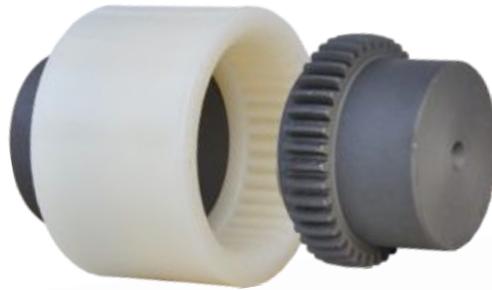
- муфты кулачково-дисковые (по ГОСТ 20720-93);
- кулачковые муфты
- фрикционные
- центробежные.

Самоуправляемые (автоматические) муфты:

- обгонные муфты — передача вращения только в одном направлении;
- центробежные — ограничение частоты вращения;
- предохранительные муфты — ограничение передаваемого момента (с разрушающимся элементом и автоматические).

Гидравлические (гидродинамические).

Электромагнитные и магнитные.



кольца / втулки / МУВП



board.com.ua



Спасибо за внимание