

Муфт

- В технике муфты — это соединительные устройства для тех валов, концы которых подходят один к другому вплотную или же удалены на небольшое расстояние. Соединение валов муфтами обеспечивает передачу вращающего момента от одного вала к другому. Валы, как правило, расположены так, что геометрическая ось одного вала составляет продолжение геометрической оси другого вала. С помощью муфт можно также передать вращение с валов на зубчатые колеса, шкивы, свободно насаженные на эти валы.
- Муфты не изменяют вращающего момента и направления вращения. Некоторые типы муфт поглощают вибрации и толчки, предохраняют машину от аварий при перегрузках.

Назначение муфт

- - соединять соосные валы отдельных узлов и механизмов, а также разнообразные детали (зубчатые колеса, звёздочки, шкивы и т.п.) с валами с целью передачи между ними крутящего момента;
- - компенсировать несоосность соединяемых валов.
- снижать ударные динамические нагрузки, интенсивность вибрации, устранять опасность резонансных явлений.
- - предохранять элементы машин от недопустимых кратковременных перегрузок в машинах ударного действия, обладающих значительной инерционностью отдельных звеньев и ведущих обработку сред неоднородной структуры, при эксплуатации в неустановившихся режимах работы, в которых перегрузки могут в 2...3 и более раз превышать номинальные.
- - управлять работой машин.

- - придать валам некоторой относительной подвижности во время работы (малые смещения и перекося геометрических осей валов);
- - автоматически соединять и разъединять валы в зависимости от пройденного пути, направления передачи вращения, угловой скорости, т.е. выполнения функций автоматического управления;
- - обеспечивать плавный разгон машины и облегчать условия работы двигателя (муфты скольжения);
- - осуществлять электрическую изоляцию валов, что важно с точки зрения безопасности для муфт электродвигателей (упруго-демпфирующие муфты с неметаллическими элементами).

Рис.1.1. Отклонения от соосности соединяемых валов: а – соосное расположение валов; б, в, г, д – оси валов имеют смещения (осевое – Δl , радиальное – Δr , угловое – $\Delta \alpha$ и комбинированное)



Классификация муфт

- **Основные виды классификации муфт:**
- - по виду энергии, участвующей в передаче движения – механические, гидравлические, электромагнитные;
- - по постоянству сцепления соединяемых валов – муфты постоянного соединения (неуправляемые), муфты сцепные, управляемые (соединение и разъединение валов по команде оператора), и автоматические (либо соединение, либо разъединение автоматическое по достижении управляющим параметром заданного значения);
- - по способности демпфирования динамических нагрузок - жёсткие, не способные снижать динамические нагрузки и гасить крутильные колебания, и упругие, сглаживающие вибрации, толчки и удары благодаря наличию упругих элементов и элементов, поглощающих энергию колебаний;
- - по степени связи валов - неподвижная (глухая), подвижная (компенсирующая), сцепная, свободного хода, предохранительная;
- - по принципу действия - втулочная, продольно-разъёмная, поперечно-разъёмная, компенсирующая, шарнирная, упругая, фрикционная, кулачковая, зубчатая, с разрушаемым элементом (срезная), с зацеплением (кулачковые и шариковые);
- - по конструктивным признакам - поперечно-компенсирующая, продольно-компенсирующая, универсально-компенсирующая, шарнирная, упругая (постоянной и переменной жёсткости), конусная, цилиндрическая, дисковая, фрикционная свободного хода, храповая свободного хода.

Механические

Электрические

Пневматические,
гидравлические

Жёсткие

Гибкие
устанавливаемые

М...

Перезъёмные

Радиальные

Линейные

Параллельные
оси

Угловые

Нелинейные

Газозёмные в

Управление

Синхронные

Синхронные
(функциональные)

С механическим, гидравлическим,
пневматическим и электрическим

переключением

Физическое

Сигнал

Управление
с помощью

Сигнал

Синхронизируемым
элементом

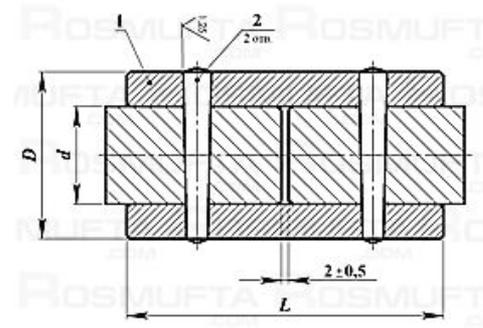
Характеристики

в муфты
муфты

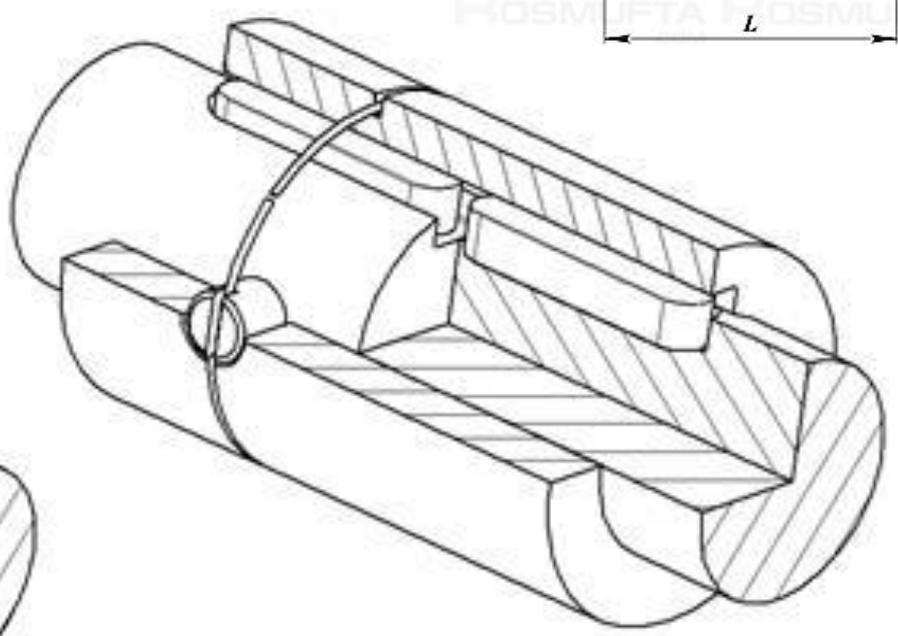
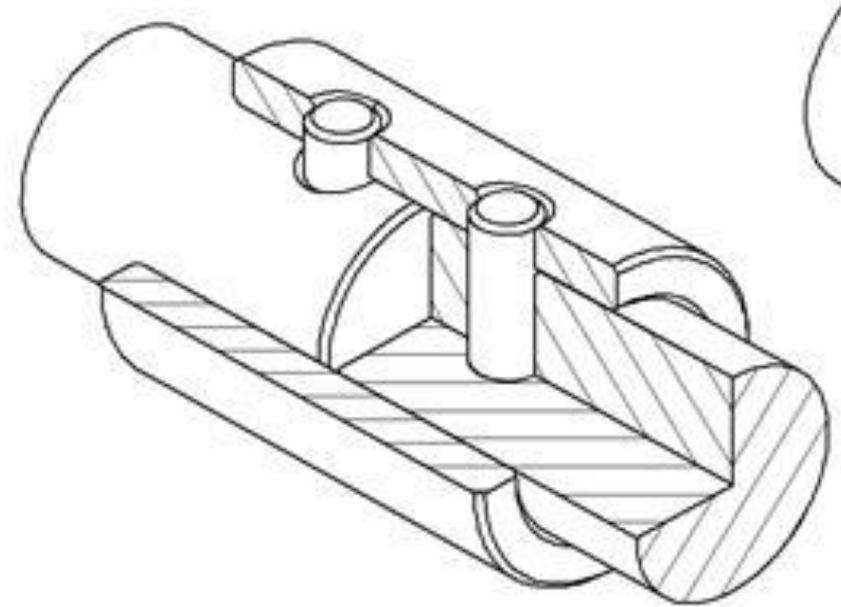
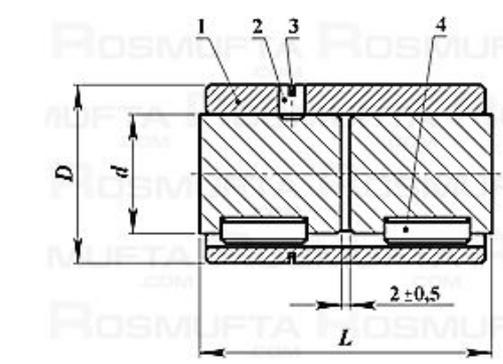
- **Втулочные муфты** (рис. 1.5) относятся к наиболее простым по конструкции и изготовлению типам и представляет собой втулку, одетую на концы соединяемых валов.
- Вращающий момент от ведущего вала к ведомому передаётся втулкой через штифты, установленные в отверстия, просверленные диаметрально сквозь втулку и концы валов, через шпонки, или через шлицы.
- **Достоинства:** Они имеют минимальные значения габаритных размеров, массы и момента инерции, а также минимальны по стоимости изготовления. **К недостаткам** втулочных муфт следует отнести невозможность разобщения соединяемых валов без демонтажа соединяемых узлов и низкую изгибную жесткость, необходимость при монтаже и демонтаже раздвигать концы валов на полную длину муфты либо сдвигать втулку вдоль вала не менее чем на половину ее длины; необходимость

Муфты изготавливают в четырех исполнениях:

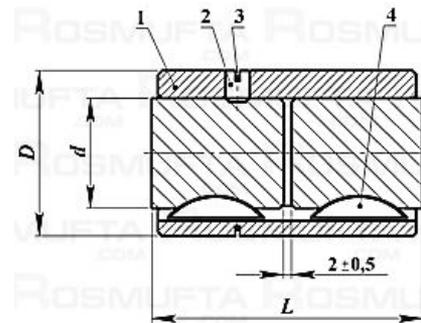
1 - с цилиндрическим посадочным отверстием и коническими штифтами по ГОСТ 3129-70;



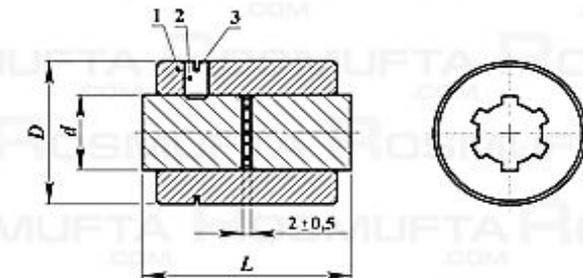
2 - с цилиндрическим посадочным отверстием и призматическими шпонками по ГОСТ 3129-70;



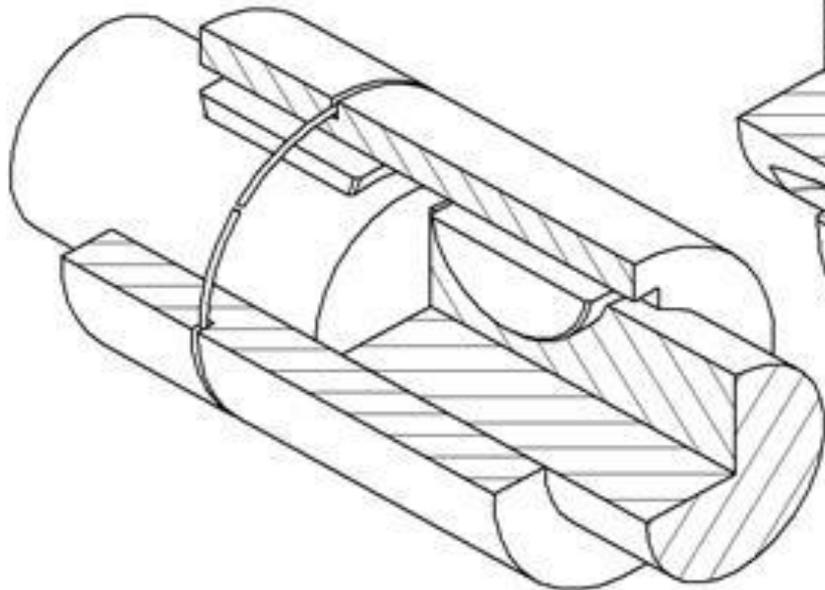
3 - с цилиндрическим посадочным отверстием и сегментными шпонками по ГОСТ 24071-80;



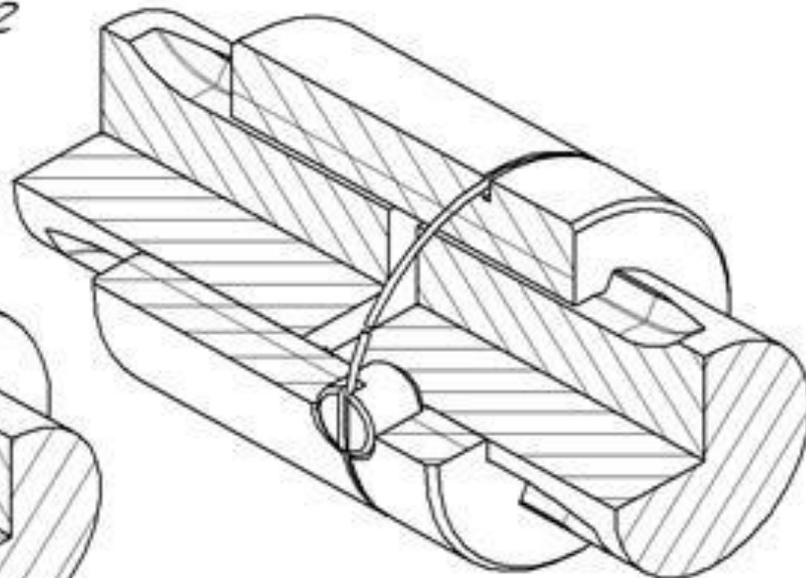
4 - с прямоугольными шлицами по ГОСТ 1139-80.



b



2



Целесообразно использовать в узлах с повышенными требованиями к ограничению радиальных габаритов, массы, момента инерции и при возможности обеспечения незначительных смещений осей валов в пределах допустимой соосности.

Муфты данного типа могут применяться при окружных скоростях на наружном диаметре до 70 м/с при частотах вращения (84000...9550) об/мин в соответствии с диаметром валов от 10 до 100 мм. Серийные отечественные втулочные муфты (ГОСТ 24246–96) выпускаются для диаметров валов в диапазоне (6...105) мм, номинальных крутящих моментов (1,0 ... 12500) Н·м и удельной массой (0,01...0,001) кг/Н·м

- Шпонки втулочных муфт проверяют на смятие, а штифты – на срез

- $$\tau = \frac{F_t}{A} = \frac{4 \cdot T}{\pi \cdot d_{ш}^2 \cdot d_в} \leq [\tau]$$

- где F_t – окружная сила,

- $$F_t = 2 \cdot T / d_в ;$$

- A – площадь среза штифты, .

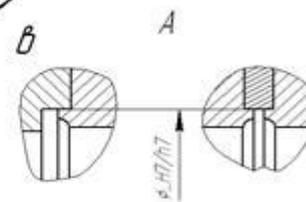
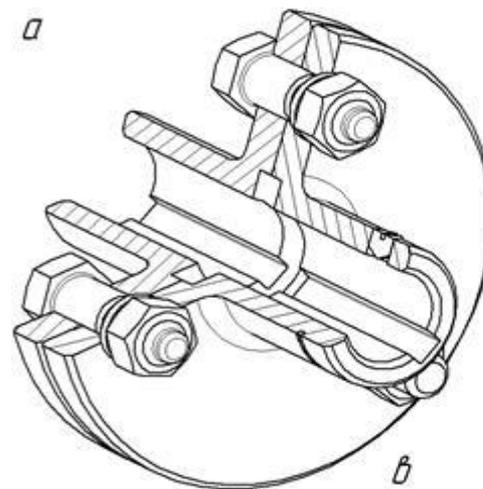
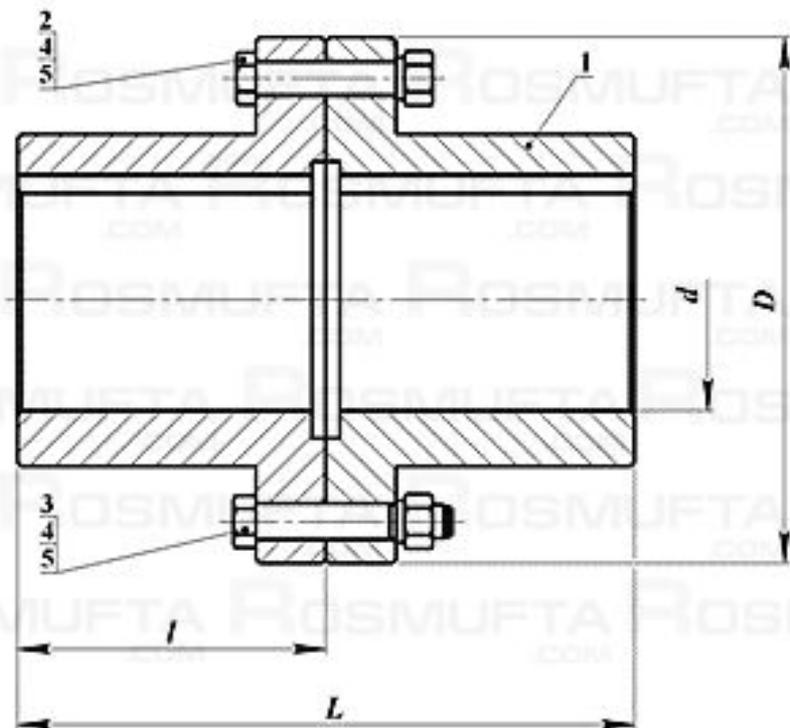
Характеристики

фланцевые
муфты
муфты

Фланцевая муфта состоит из двух полумуфт 1 соединенных болтами 3,4,5. Для передачи вращающего момента используют шпоночные или шлицевые соединения. Вращающий момент передаётся за счёт сил трения между фланцами, а когда болты вставлены без зазора, то также и болтами. В тяжёлых машинах полумуфты приваривают к валам.

Эти муфты называют иногда поперечно-свертными. Для лучшего центрования фланцев на одной полумуфте делают круговой выступ, на другой — выточку того же диаметра или предусматривают центрующее кольцо.

Фланцевые муфты стандартизированы (ГОСТ 20761-80). Они просты по конструкции и надёжны в работе. Их применяют для соединения валов с диаметрами 12...200 мм.



- Конструктивно предусматривают фланцевые муфты открытые и закрытые. В закрытых муфтах фланцы снабжаются ободами, закрывающими головки болтов и гайки, которые обеспечивают безопасную эксплуатацию без защитного кожуха. Соосность полумуфт достигается
- а) центрирующими точно изготовленными винтами 8, устанавливаемыми без зазора в отверстия совместно обработанных полумуфт в отличие от болтов 7, которые поставлены с зазором (рис. 1.6 а, б). Подобное центрирование предусмотрено указанным стандартом;
- б) центрированием с помощью цилиндрического пояска в одной из полумуфт и выточкой на другой (рис. 1.6 в – слева);
- в) центрированием полукольцами (рис. 1.6 в – справа). В отличие от варианта «б» при монтаже и демонтаже не требуется осевого смещения соединяемых валов, но точность центрирования осей

- При установке во фланцевую муфту призонных болтов диаметр их призонной части, работающей на срез, рассчитывается по формуле

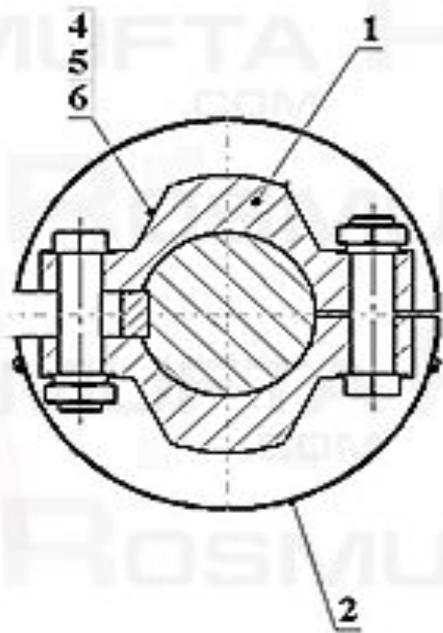
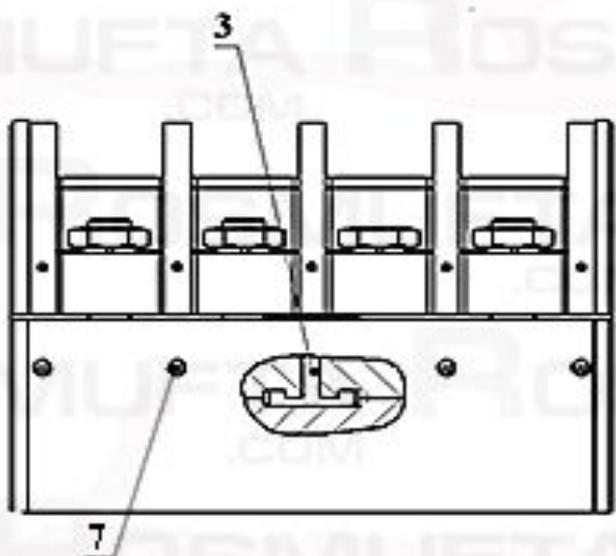
$$d_6 \geq \sqrt{\frac{8 \cdot T \cdot k}{\pi \cdot D_1 \cdot z \cdot [\tau]}}$$

- где D_1 – диаметр муфты, на котором расположены отверстия для установки болтов; $[\tau]$ – допускаемые касательные напряжения для материала болта; остальные обозначения представлены выше. Для удобства сборки диаметр резьбовой части болта обычно выбирается несколько меньше диаметра его призонной части.

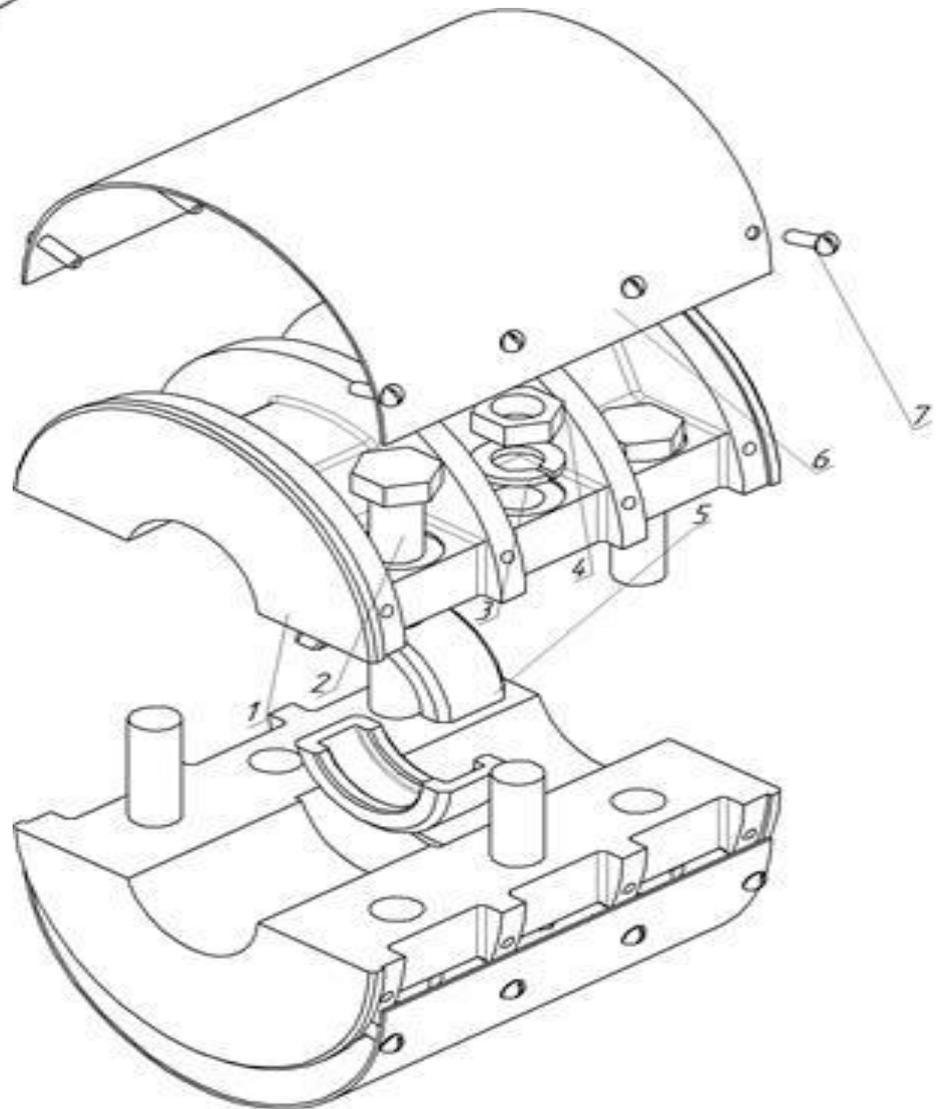
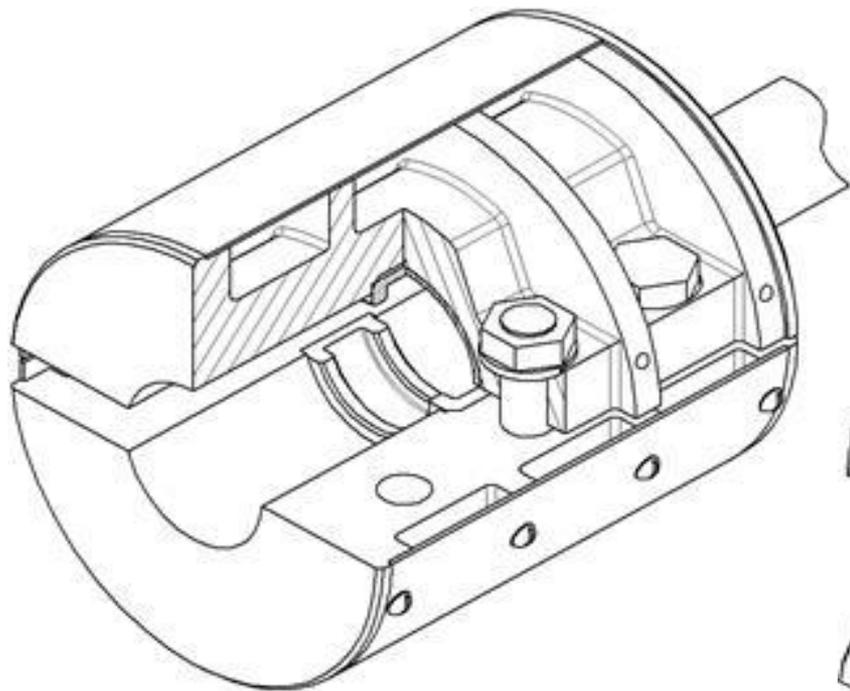
Характеристики

продольные муфты
поворотные муфты

Муфты продольно-свертные предназначены для соединения цилиндрических валов без смягчения динамических нагрузок и компенсаций смещений. При наличии на валах элементов, фиксирующих муфту по продольной оси, фиксирующие полукольца не применяются



- 1 - полумуфта; 2 - полукожух;
- 3 - фиксирующие полукольца;
- 4 - болт;
- 5 - гайка;
- 6 - шайба;
- 7 - винт.

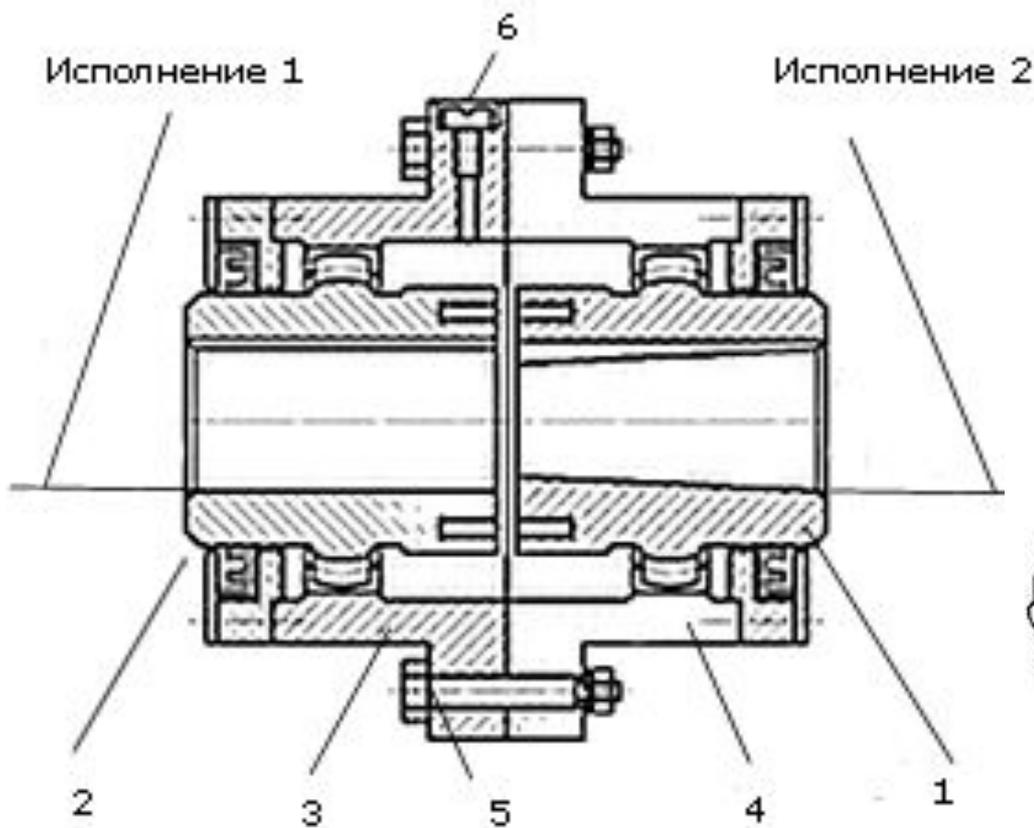


Характеристики муфт Компенсирующие муфты

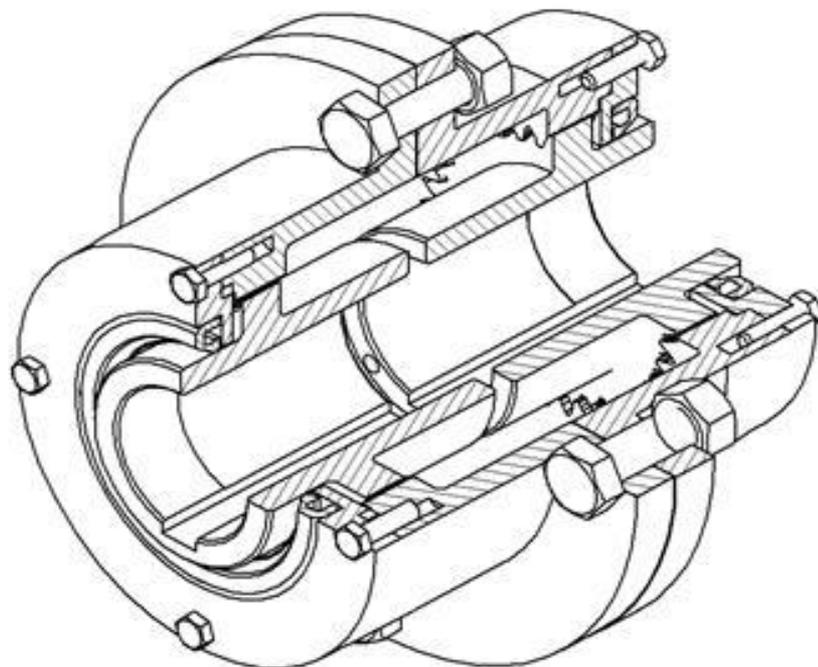
- Компенсирующие муфты допускают некоторое несовпадение геометрических осей соединяемых валов. Величину такого несовпадения принято называть величиной смещения (рис. 1.7.1).
- Взаимное смещение валов относительно номинального положения может происходить в процессе работы механизмов вследствие самых различных причин: деформации валов под рабочей нагрузкой, температурной деформации, износа подшипников, осадки фундамента и т.п.
- Практически, наиболее часто наблюдается комплексное смещение, включающее сразу несколько из элементарных смещений.
- Применение компенсирующих муфт позволяет снизить требования к точности расположения валов и уменьшить дополнительные нагрузки на концы валов и опоры.
- Все подвижные компенсирующие муфты можно разделить на две группы: 1) жесткие муфты и 2) упругие муфты.

- **Жесткие компенсирующие муфты**
 - зубчатые муфты

Муфты зубчатые общемашиностроительного применения предназначены для соединения соосных горизонтальных валов и передачи крутящего момента от 1000 до 63000 Нм при угловых, радиальных и осевых смещениях валов, при рабочих температурах не выше 120 С.



1, 2 - полумуфты с наружными зубьями;
3, 4 — обоймы; 5 — болты;
6 — отверстие для подвода смазки



Зубчатая муфта, это универсальная разновидность компенсирующих муфт.

Зубчатая муфта способна компенсировать любые погрешности в соосности валов в достаточно большом диапазоне и состоит из 2х зубчатых колес жестко закрепленных на валах и составного цилиндрического барабана. На зубчатых колесах нарезаны наружные эвольвентные зубья а на цилиндрическом барабане - внутренние, во впадины которых входят зубья внешнего зацепления. Для придания наружным и внутренним зубьям равнопрочности применяют коррекцию. Чтобы увеличить угол смещения осей соединяемых валов, внешние зубья колес выполняют сферическими и бочкообразными.

Муфта изготавливается следующих типов:

- 1 - с разъемной обоймой;
- 2 - с промежуточным валом;
- 3- с неразъемной обоймой.

- Зубчатые муфты стандартизированы (ГОСТ 5006-83). Их применяют в высоко нагруженных конструкциях для валов с диаметрами 40...200 мм. При вращении валов, установленных с перекосом, происходит циклическое нагружение зубьев муфты, их относительное перемещение, что обуславливает их износ. Для ограничения интенсивности изнашивания в муфту заливают вязкое масло и ограничивают давление

$$p = \frac{K_k}{h \cdot b \cdot d \cdot z} \leq [p]$$

- где K_k – коэффициент концентрации нагрузки, $K_k = 1,1 \dots 1,3$;
- h – рабочая высота зуба, ;
- b, d – длина зуба и делительный диаметр окружности;
- z – число зубьев полумуфты;
- $[p]$ – допустимое давление, $[p] = 12 \dots 15$ МПа

Характеристики муфт Компенсирующие

муфты
упругие

компенсирующие

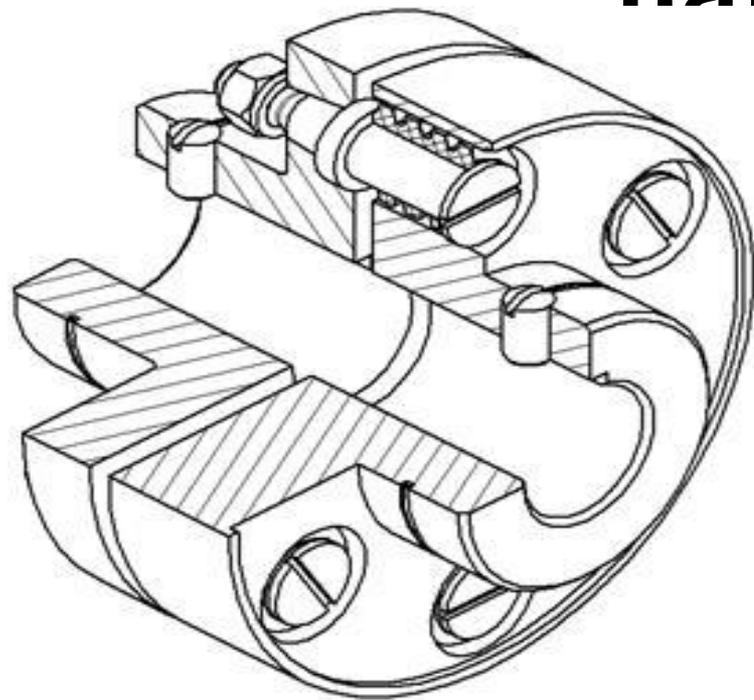
муфты

Муфта упругая

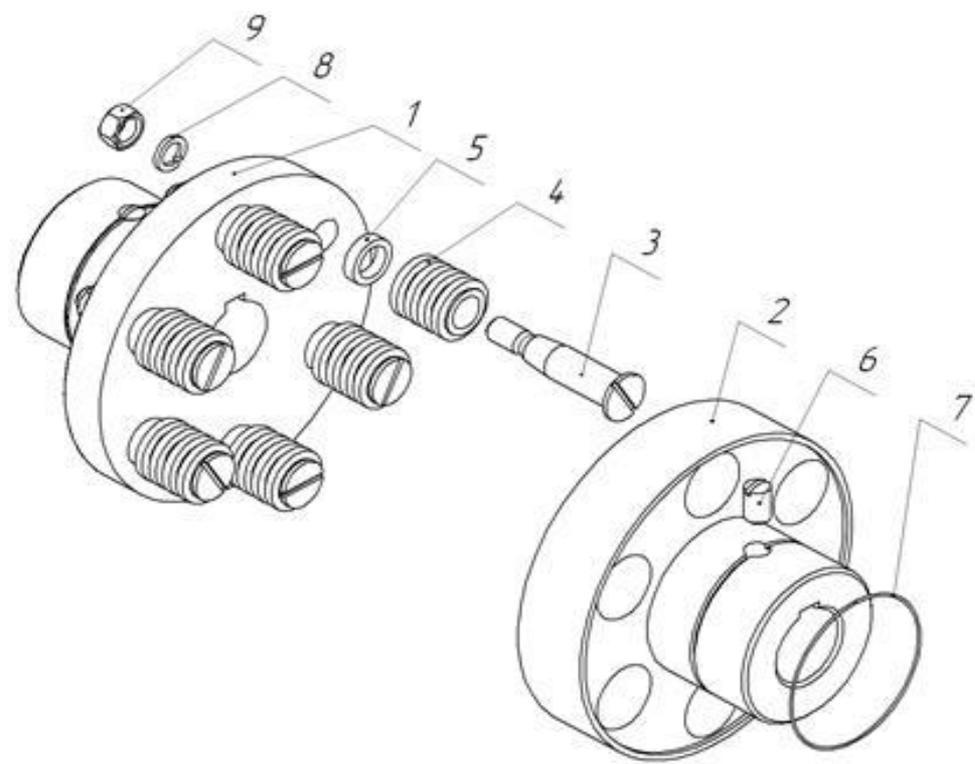
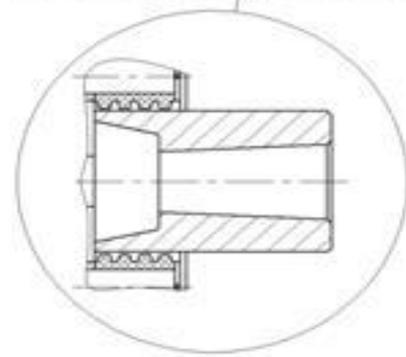
втулочно-пальцевая

- Такие муфты применяют не только для компенсации смещения валов, но и для снижения динамичности нагрузки и амортизации колебаний, возникающих при работе машины. В качестве материала для упругих элементов используют специальную эластичную резину, обладающую хорошими амортизирующими и электроизоляционными свойствами.
- В качестве примера упругой компенсирующей муфты рассмотрим муфту упругую втулочно-пальцевую (МУВП). МУВП состоит из двух полумуфт **1**, соединенных пальцами **2**, на которые для смягчения ударов надеты гофрированные резиновые втулки **3**. Такие муфты в силу простоты конструкции получили широкое применение в приводах от электродвигателей. Для валов с диаметрами 9...160 мм муфты стандартизированы (ГОСТ 21424-75).

Муфта упругая втулочно-пальцевая



Исполнение 3
(с коническим отверстием для
длинных концов валов)



- МУВП допускают радиальное смещение валов до 0,6 мм, угловые – до 1° , осевое – до 5 мм.
- *Расчет МУВП состоит из проверочного расчета пальца на изгиб по формуле*
- $$\sigma_u = \frac{T \cdot l}{0.1 \cdot d_n^2 \cdot z \cdot D_m} \leq [\sigma_u],$$
- где l – длина втулки; d_n , D_m – диаметр пальца и диаметр окружности, на которых расположены пальцы;
- z – количество пальцев;
- $[\sigma_u]$ – допускаемое напряжение в пальцах при изгибе, $[\sigma_u] = 80 \dots 90$ МПа.
- *Кроме расчета пальцев на изгиб, рассчитывают резиновую втулку по напряжениям смятия*
- $$\sigma_{см} = \frac{2 \cdot T}{z \cdot D_m \cdot l \cdot d_n} \leq [\sigma_{см}] \quad ,$$
- где $[\sigma_{см}]$ – допускаемое напряжение смятия, $[\sigma_{см}] = 1,8 \dots 2,0$ МПа.

Характеристики

шарнирные
муфты

Шарнирные муфты применяются для соединения цилиндрических валов, которые устанавливают под углом до 45 град. при передаче вращающего момента от 11, до 1120 Нм без смягчения динамических нагрузок.

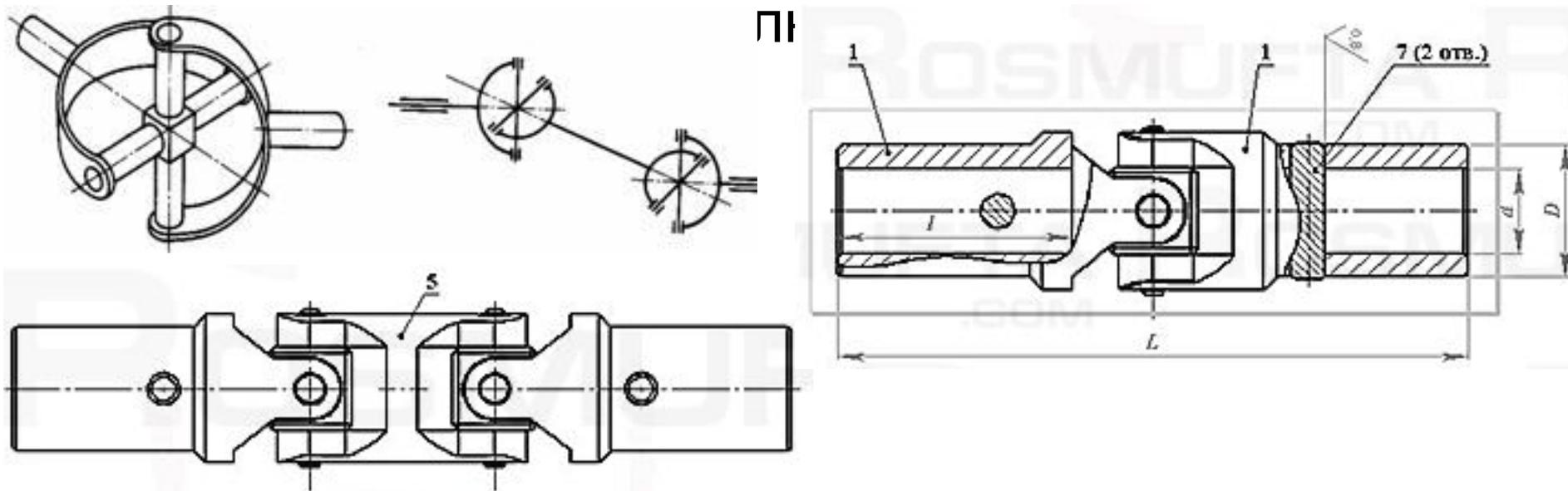
Допускают соединение валов с повышенным взаимным смещением осей как вызванными неточностями, так и специально заданными конструктором. Ярким представителем этого семейства являются шарнирные муфты.

Идея муфты впервые предложена Джироламо Кардано в 1570 г. и доведена до инженерного решения Робертом Гуком в 1770 г. Поэтому иногда в литературе они называются карданными муфтами, а иногда – **шарнирами Гука**.

Шарнирные муфты соединяют валы под углом до 45 град., позволяют создавать цепные валы с передачей вращения в самые недоступные места. Всё это возможно потому, что крестовина является не одним шарниром, а сразу двумя с

Прочность карданной муфты ограничена прочностью крестовины, в особенности мест крепления пальцев крестовины в отверстиях вилок. Поломка крестовины – весьма частый дефект, известный, практически, каждому владельцу заднеприводного автомобиля.

Изготавливаются двух типов: одинарные и сдвоенные с промежуточной спаренной вилкой. Полумуфты для каждого типа муфт следует



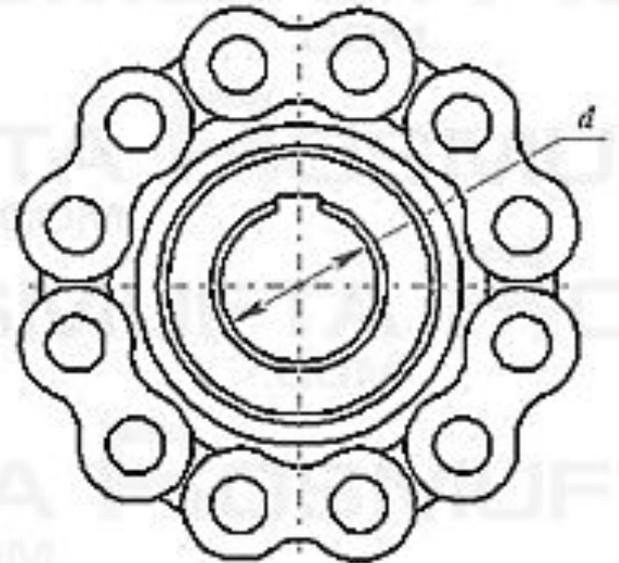
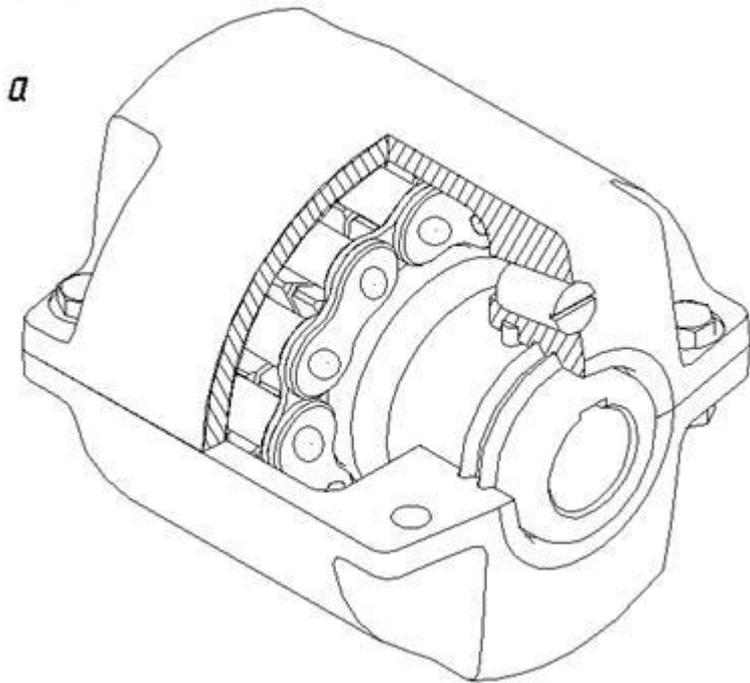
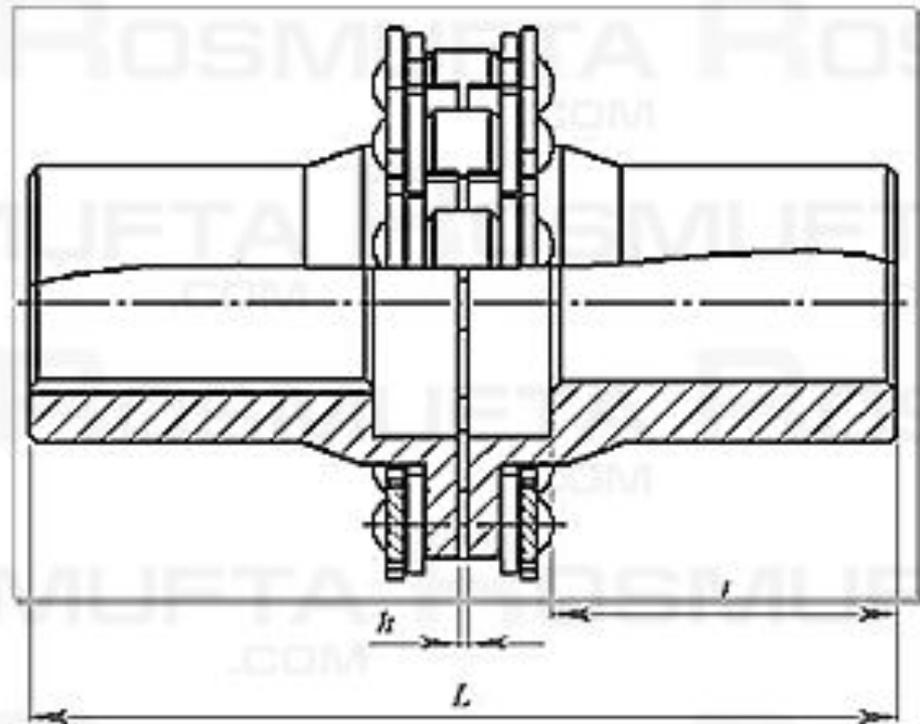
Муфты выбираются по каталогу.
Проверочный расчёт ведётся для рабочих поверхностей шарниров на смятие, проверяется прочность вилок и крестовины.

Недостатком является неравномерность вращения ведомого вала при постоянной угловой скорости ведущего, в связи с чем для передачи вращения от одного механизма к другому применяют валы с двумя шарнирными муфтами

Характеристики

муфта
муфты

Применяются для соединения соосных валов при передаче вращающего момента от 63 до 1600 Нм, без уменьшения динамических нагрузок



Изготавливаются двух типов:

тип 1 - с однорядной цепью;

тип 2 - с двухрядной цепью.

Цепные муфты предназначены для конструкций с большими крутящими моментами, так как передают более высокие крутящие моменты, чем сами валы.

Муфта представляет собой фланцы, соединенные друг с другом роликовой цепью, что позволяет сопрягать валы с несоосностью до 2 градусов.

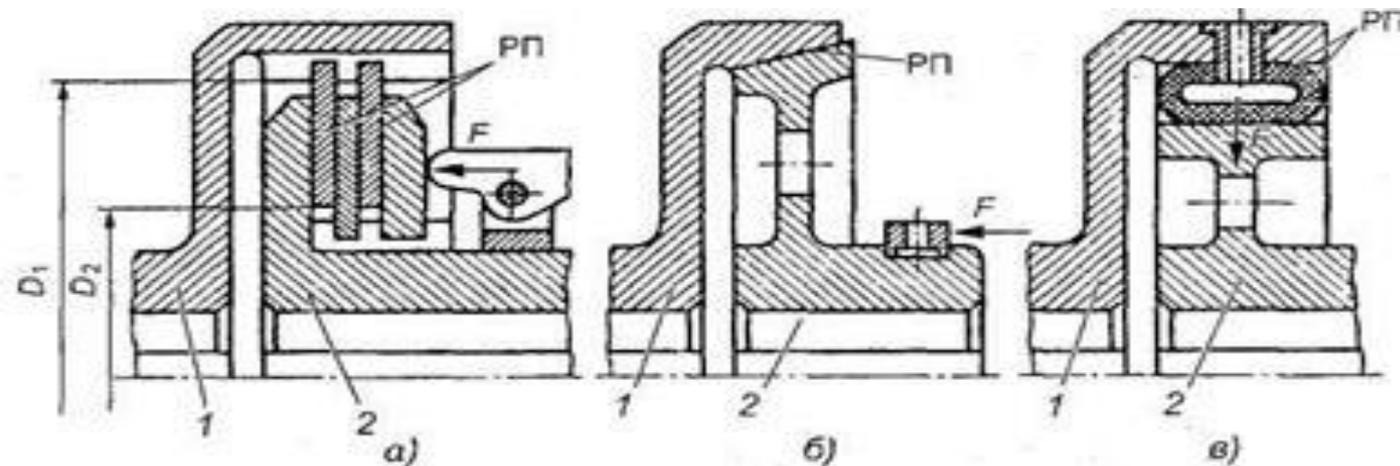
Цепные муфты требуют регулярной смазки для обеспечения максимального срока службы и надежности особенно при высоких частотах вращения.

Там, где цепная муфта подвергается реверсивным, ударным или импульсным нагрузкам, либо другим неблагоприятным воздействиям, должна выбираться муфта на один типоразмер больше.

Фрикционные сцепные муфты

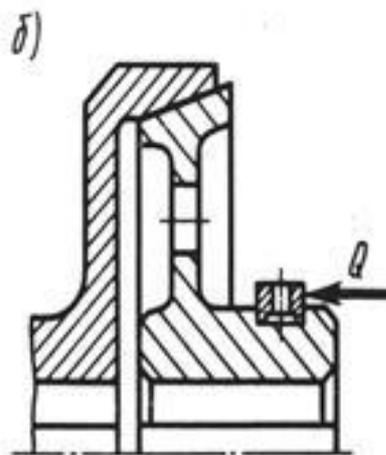
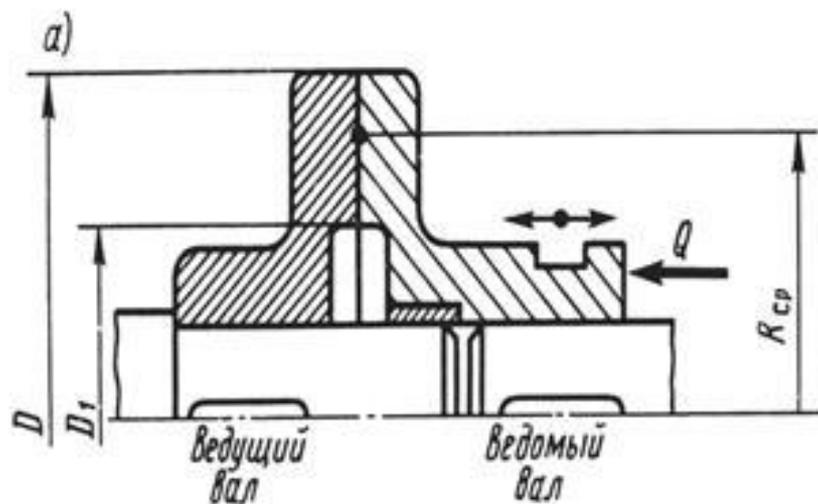
- *В частности - это муфты сцепления автомобиля, передают вращающий момент между полумуфтами за счет сил трения на рабочих поверхностях.*
- *Давление на поверхностях контакта (смазываемых или сухих) создают с помощью устройств или механизма включения.*
- *При включении фрикционных муфт вращающий момент нарастает с увеличением усилия нажатия. Благодаря этому можно соединять валы под нагрузкой. Пробуксовка муфты в процессе включения обеспечивает плавный разгон ведомого вала.*
- *На рис. показана конструкция таких муфт.*
-

Управляемая сцепная муфта



• Рис. 1.29.
Фрикционные
муфты: а — дис-
ковая; б
— конусная; в —
цилиндрическая

• Рис.1.30. Схема
дисковой
фрикционной
муфты



- Основными критериями работоспособности фрикционные муфты являются надежность сцепления, высокая износостойкость и теплостойкость трущихся деталей.
- Схему простейшей дисковой муфты можно представить так: одна полумуфта укреплена на валу неподвижно, а другая полумуфта - подвижно в осевом направлении, на торцевой поверхности каждой полумуфты укреплена фрикционная прокладка (рис.1.30).
- Для соединения валов к подвижной полумуфте прикладывают осевую силу F_a . При этом момент трения $T_{тр}$ определяют по формуле
 - $k \cdot T = T_{тр} = F_a \cdot f \cdot R_{ср}$,
- где k – коэффициент запаса; T – крутящий момент; f - коэффициент трения; $R_{ср}$ - средний радиус рабочих поверхностей:

- *Материал фрикционных накладок выбирают в зависимости от контактного давления*

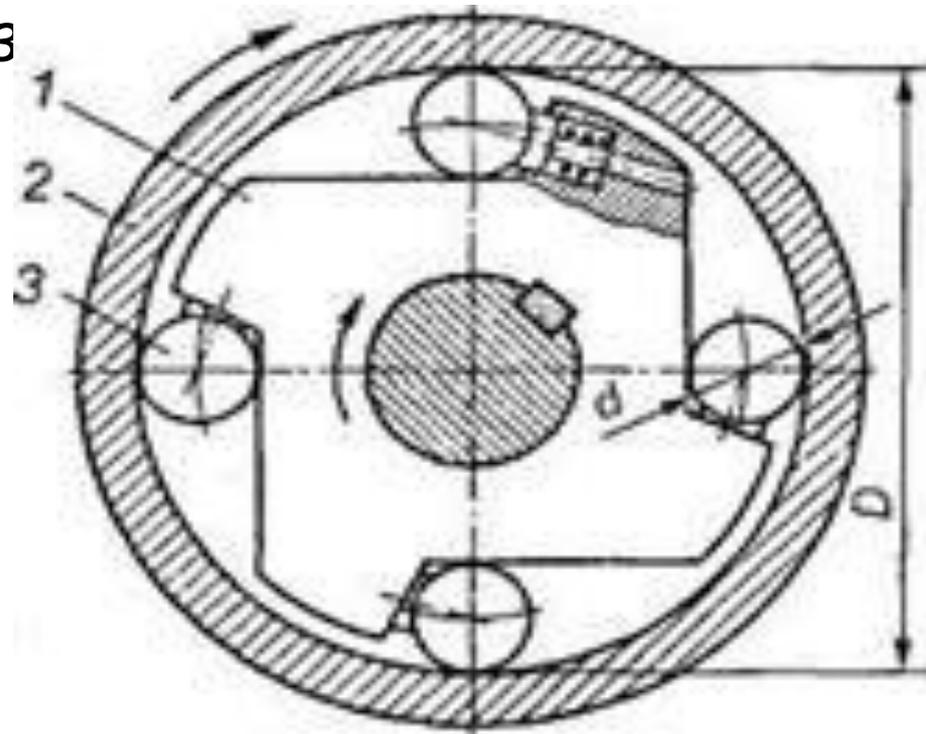
- $$p = \frac{F_o}{A} = \frac{2 \cdot T \cdot K}{f \cdot D_m \cdot z \cdot A} \leq [p],$$

- где F_o – осевая сила, ;
- T – вращающий момент, передаваемый муфтой;
- f – коэффициент трения покоя (коэффициент сцепления); D_m – средний диаметр контактируемых дисков;
- z – число пар поверхностей трения;
- K – коэффициент запаса сцепления, $K = 1,3 \dots 1,5$;
 $A = \pi \cdot b \cdot D$
- A – площадь поверхности трения;
- ;
- $[p]$ – допустимое контактное давление.
- *Допускаемый вращающий момент*

Обгонные муфты Муфты свободного хода

- Применяют в велосипедах, автомобилях и других машинах и механизмах, в которых необходимо передавать вращающий момент в одном направлении.
- По способу замыкания они бывают фрикционными (роликовые, сухариковые, клиновые и др.) и храповыми. Наиболее распространены роликовые

Роликовые муфты свободного хода за счет сил трения заклиниваются между поверхностями полумуфт 1 и 2. При уменьшении скорости вращения полумуфты 1 вследствие обгона ролики выкатываются в широкие участки вырезов, и муфта автоматически



- Термин “обгонные” отражает то, что муфты допускают обгон ведущего вала ведомым, отключая валы, если ведомый получает более быстрое вращение от другой кинематической цепи.
- Муфты свободного хода работают бесшумно, допускают большую частоту включений.
- *Роликовые муфты рассчитывают на прочность по контактными напряжениям, возникающим в местах контакта роликов,*

$$\sigma_H = 0.418 \cdot \sqrt{\frac{8 \cdot T \cdot E_{np}}{D \cdot d \cdot L \cdot z \cdot \alpha}} \leq [\sigma'_H]$$

- где E_{np} – приведенный модуль упругости материала ролика и обоймы (звездочки);
- D – диаметр рабочей поверхности обоймы;
- d, L, z – диаметр, длина и количество роликов;
- α – угол заклинивания, $\alpha = 6 \dots 8^0$; $[\sigma'_H]$ – допускаемое контактное напряжение, $[\sigma'_H] = 1200 \dots 1500$ МПа.