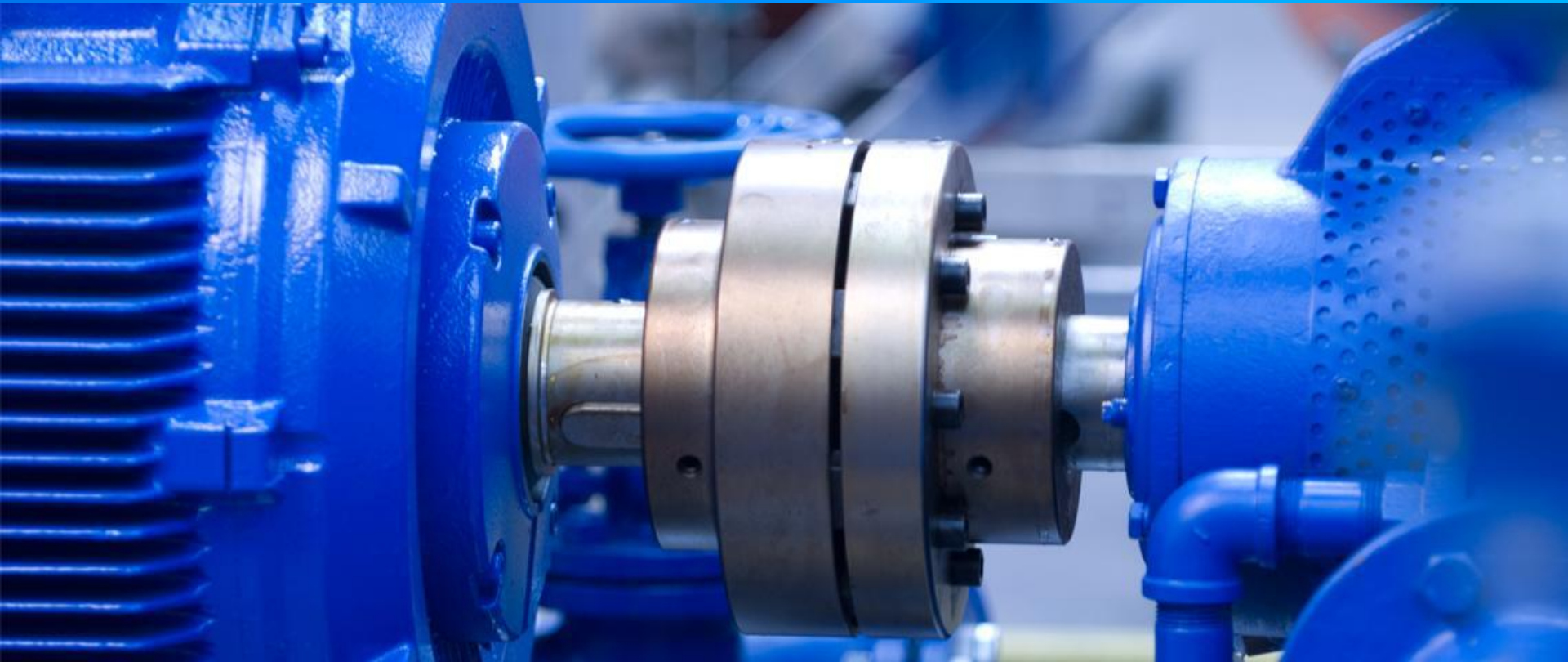


МУФТЫ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИВОДОВ



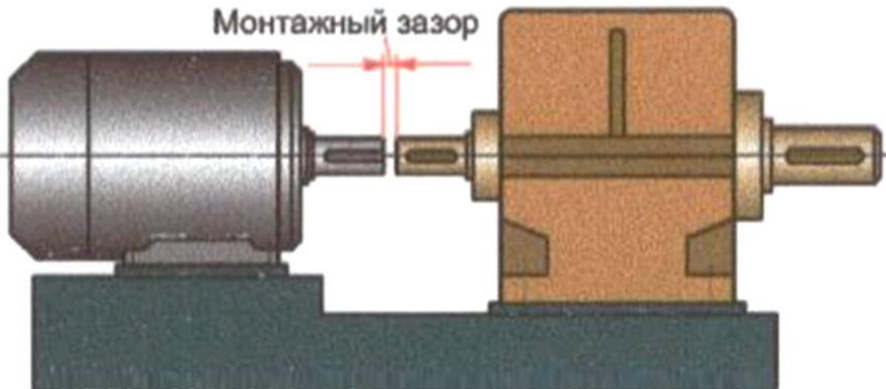
Муфта – устройство, предназначенное для соединения валов, концы которых подходят один к другому вплотную или разведены на небольшое расстояние. Причем соединение должно допускать передачу крутящего момента от одного вала к другому. Валы большей частью расположены так, что геометрическая ось одного составляет продолжение геометрической оси другого вала. Реже геометрические оси валов расположены под некоторым углом друг к другу.



Виды смещения соединяемых валов

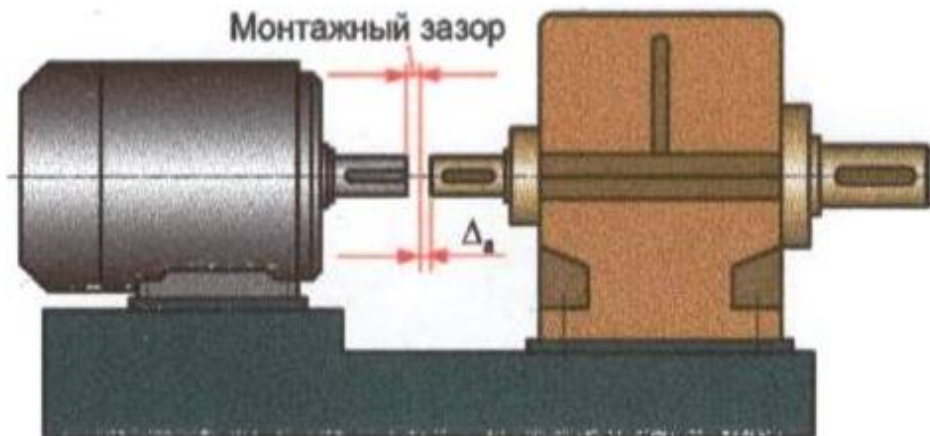
Взаимное расположение валов
без погрешностей

Монтажный зазор



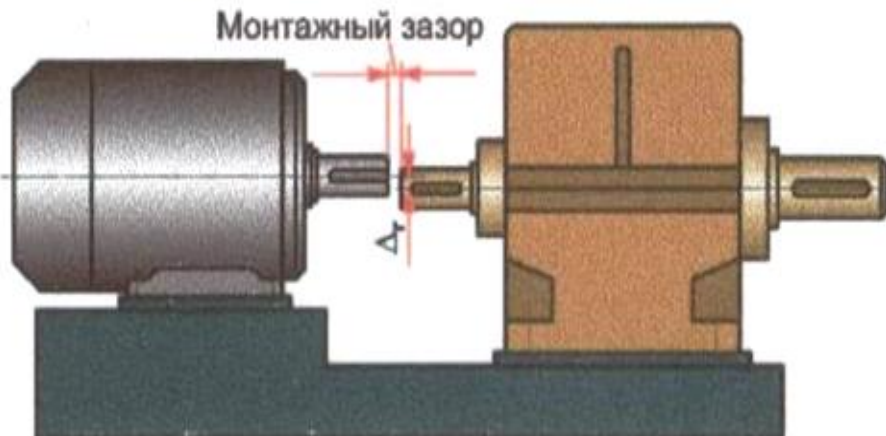
Осевое смещение

Монтажный зазор



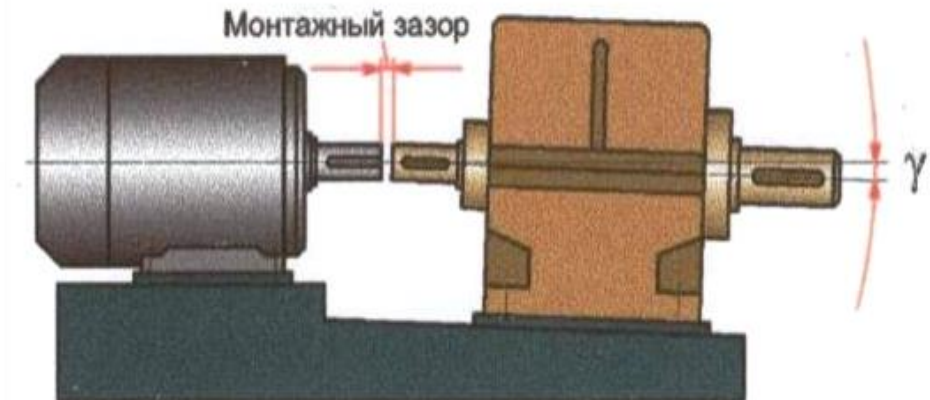
Радиальное смещение

Монтажный зазор

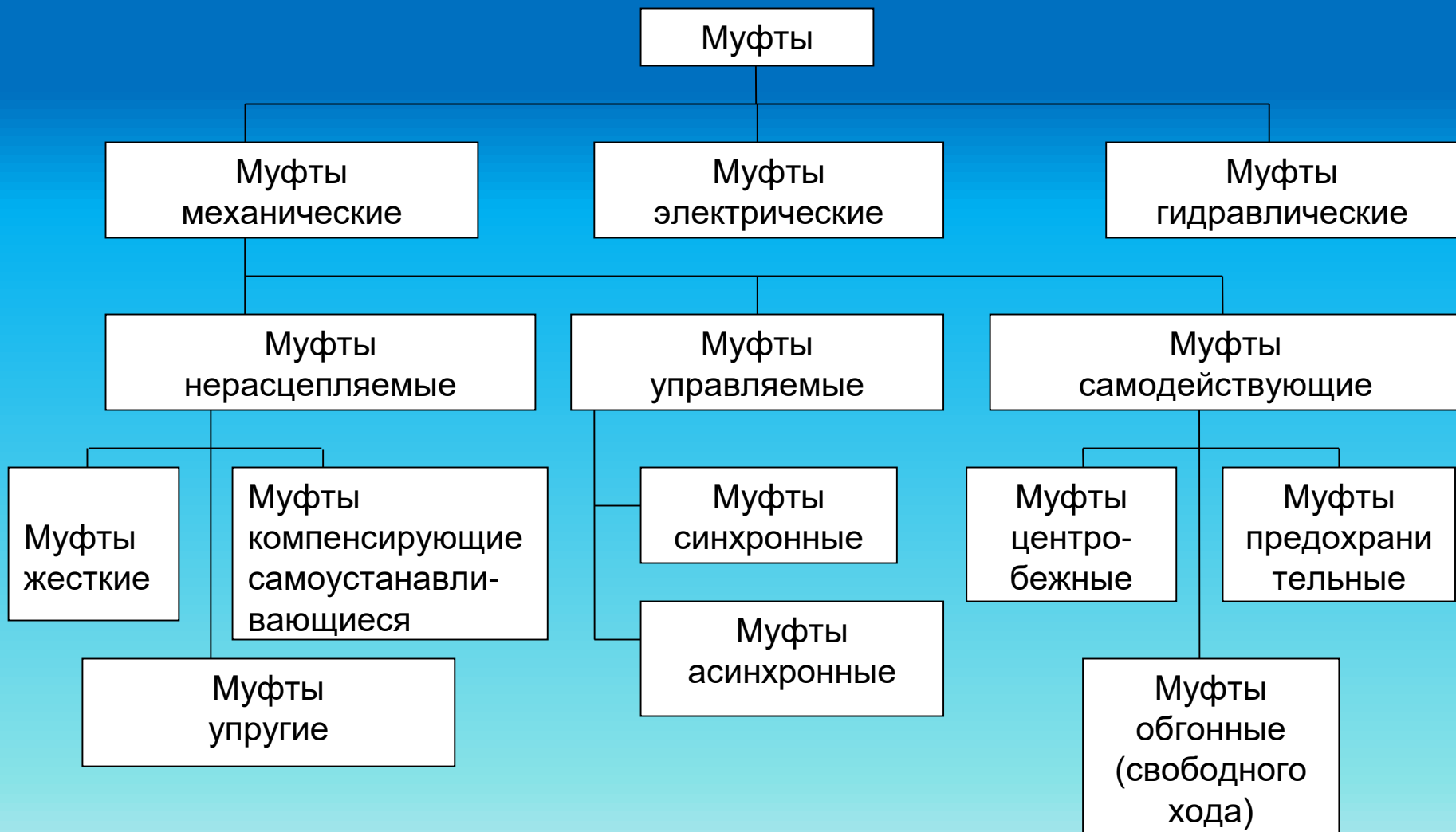


Угловое смещение

Монтажный зазор



Классификация муфт



Методика подбора муфт

Муфты подбирают по ГОСТу в соответствии с диаметром соединяемых валов (при различных диаметрах – по большему) и значением передаваемого вращающего момента.

Муфты, нашедшие наибольшее применение (шарнирные, с упругой торообразной оболочкой, втулочно-пальцевые и ряд других), стандартизованы.

Главной паспортной характеристикой стандартной муфты является величина максимального момента $[T]$ (указывается в стандарте), который она способна передать. Поэтому стандартизованные муфты подбираются в соответствии с величиной передаваемого вращающего момента по условию:

$$T k \leq [T]$$

где T – рабочий момент, передаваемый муфтой, k – коэффициент условий работы и ответственности привода, учитывающий возрастание нагрузки при нештатных ситуациях.

В машиностроении $1,0 \leq k \leq 6,0$. Коэффициент k является произведением нескольких частных коэффициентов.

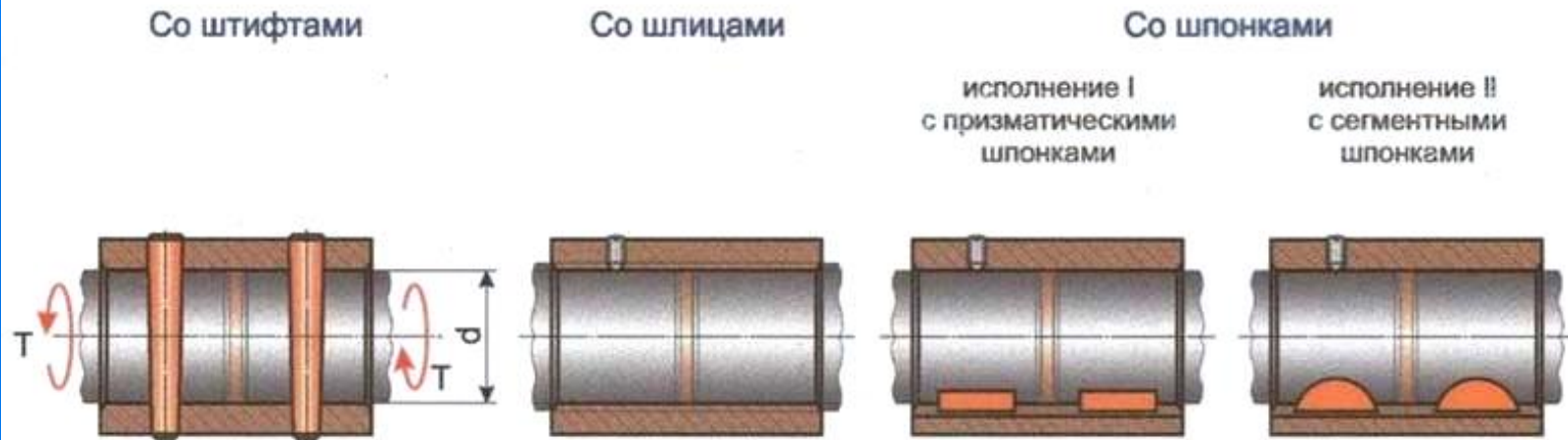
Наиболее употребимыми являются два из них, что позволяет записать:

$$k = k_{om} k_{yp}$$

где k_{om} – коэффициент ответственности (отказ муфты вызывает остановку машины, то $k_{om}=1$; аварию машины – $k_{om}=1,2$; аварию нескольких машин – $k_{om}=1,5$; аварию с человеческими жертвами, катастрофу – $k_{om}=1,8$); k_{yp} – коэффициент условий работы машины (работа без реверсирования, спокойная $k_{yp}=1$, неравномерная нагрузка – $k_{yp}=1,1...1,3$, тяжёлая работа с ударами и реверсированием – $k_{yp}=1,3...1,5$). Особые условия работы могут быть учтены введением повышающих коэффициентов.

После выбора муфты с соответствующим максимальным передаваемым моментом проверяется возможность установки элементов муфты на соединяемые валы известного диаметра. При этом следует учесть, что, во-первых, стандартами допускается изготовление одинаковых элементов муфты на несколько вариантов посадочных диаметров, а во-вторых, большинство муфт допускает расточку посадочных отверстий в достаточно широком диапазоне, и такая расточка, если она необходима, должна быть указана в заказной спецификации.

Втулочная муфта



Муфты стандартизованы в диапазоне диаметров валов и вращающих моментов:

$d = 4 \dots 100 \text{ мм};$
 $T = 0,3 \dots 4000 \text{ Н} \cdot \text{м}.$

$d = 21 \dots 92 \text{ мм};$
 $T = 150 \dots 12500 \text{ Н} \cdot \text{м}.$

$d = 20 \dots 100 \text{ мм};$
 $T = 71 \dots 5600 \text{ Н} \cdot \text{м}.$

$d = 10 \dots 35 \text{ мм};$
 $T = 8 \dots 450 \text{ Н} \cdot \text{м}.$

Достоинства:

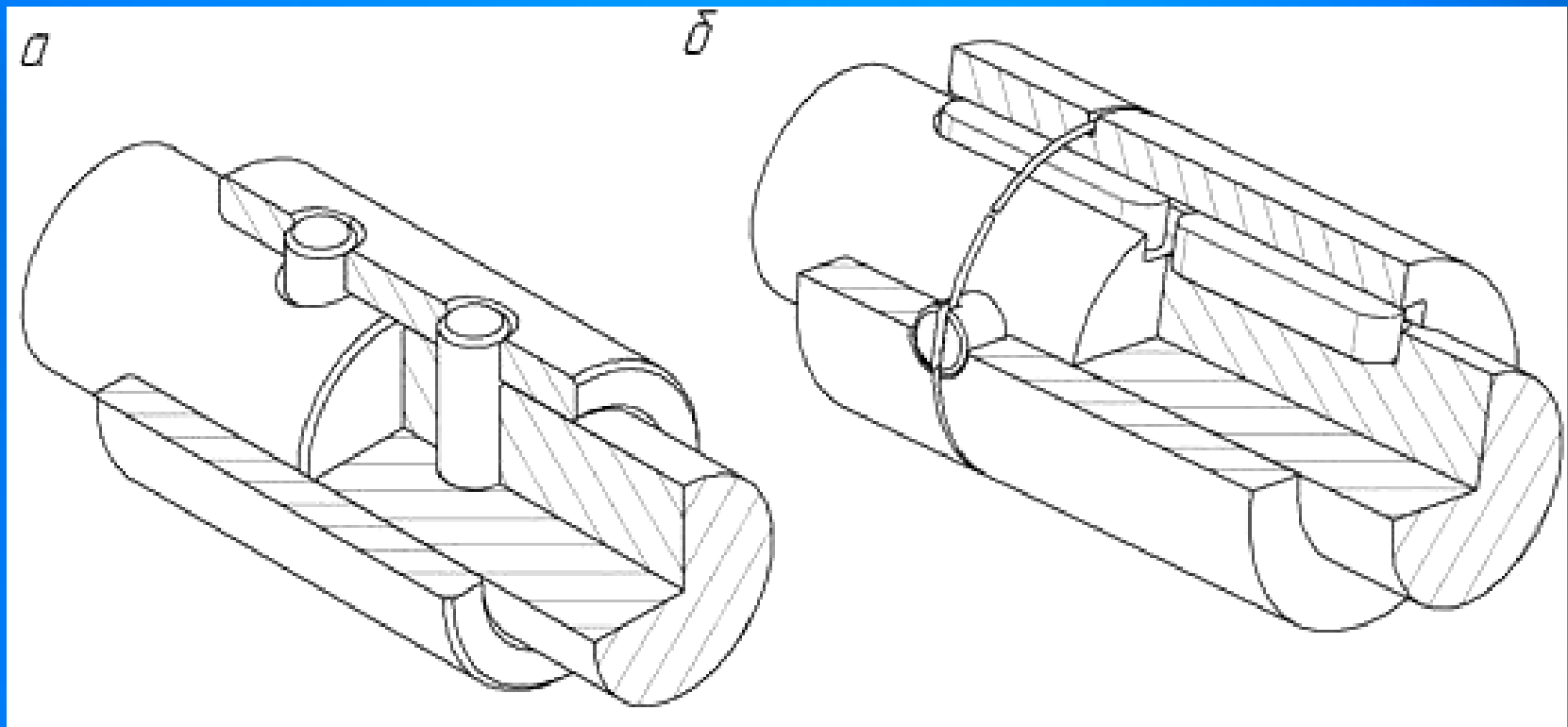
1. Простота.
2. Средняя нагрузочная способность.
3. Малые радиальные размеры.

Недостатки:

Нет компенсирующих свойств.

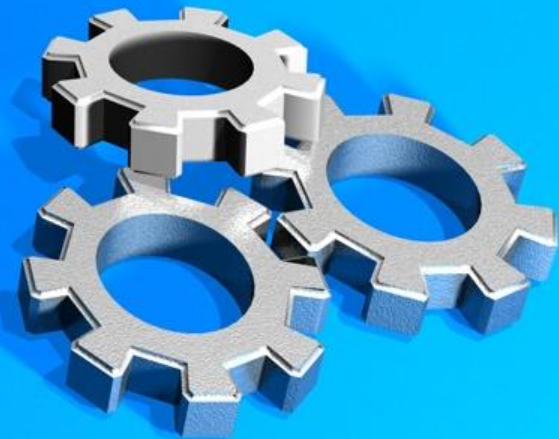


Втулочная муфта

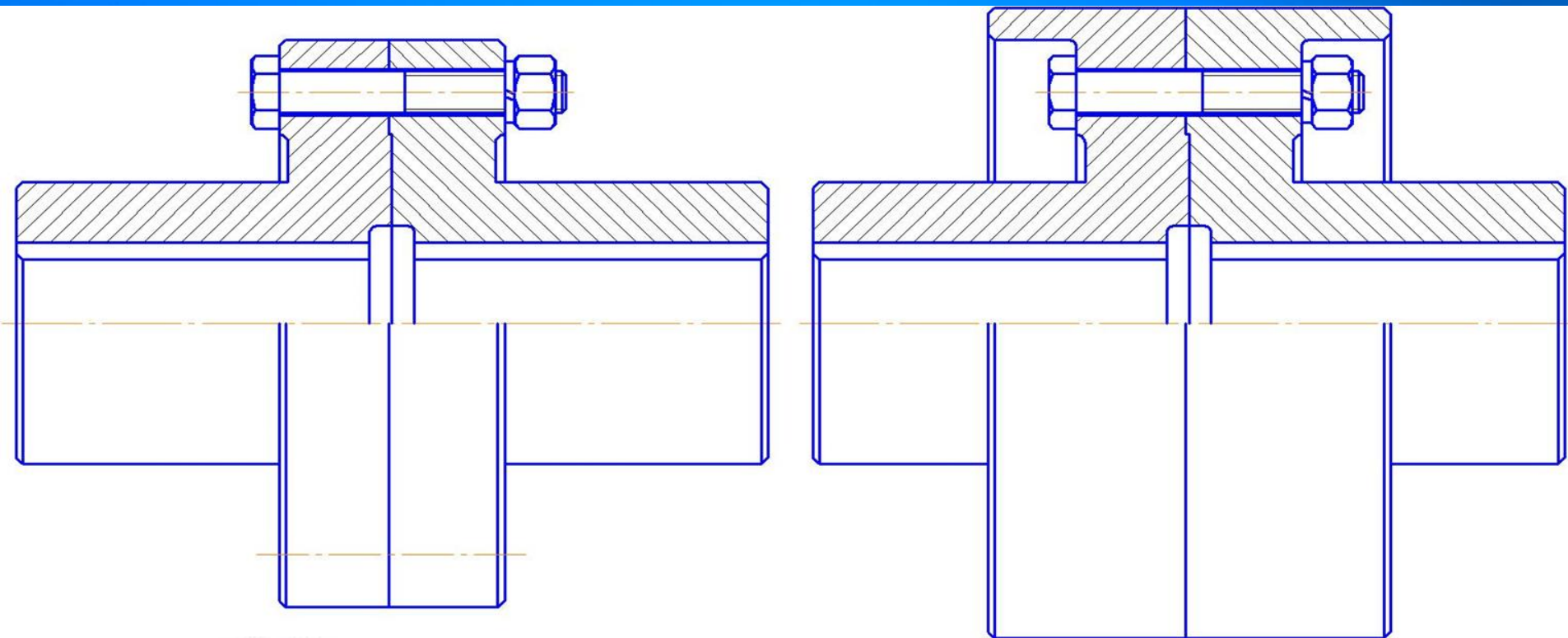


а - со штифтами;

б - с призматическими шпонками

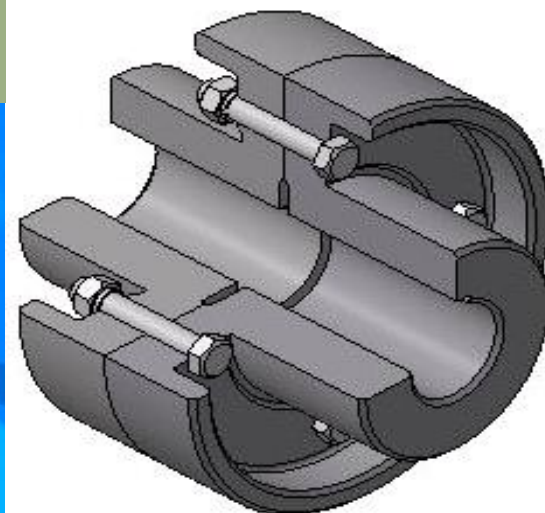
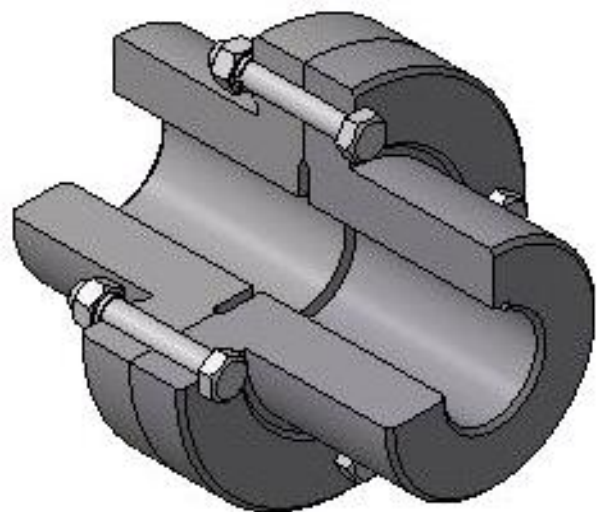


Фланцевая муфта



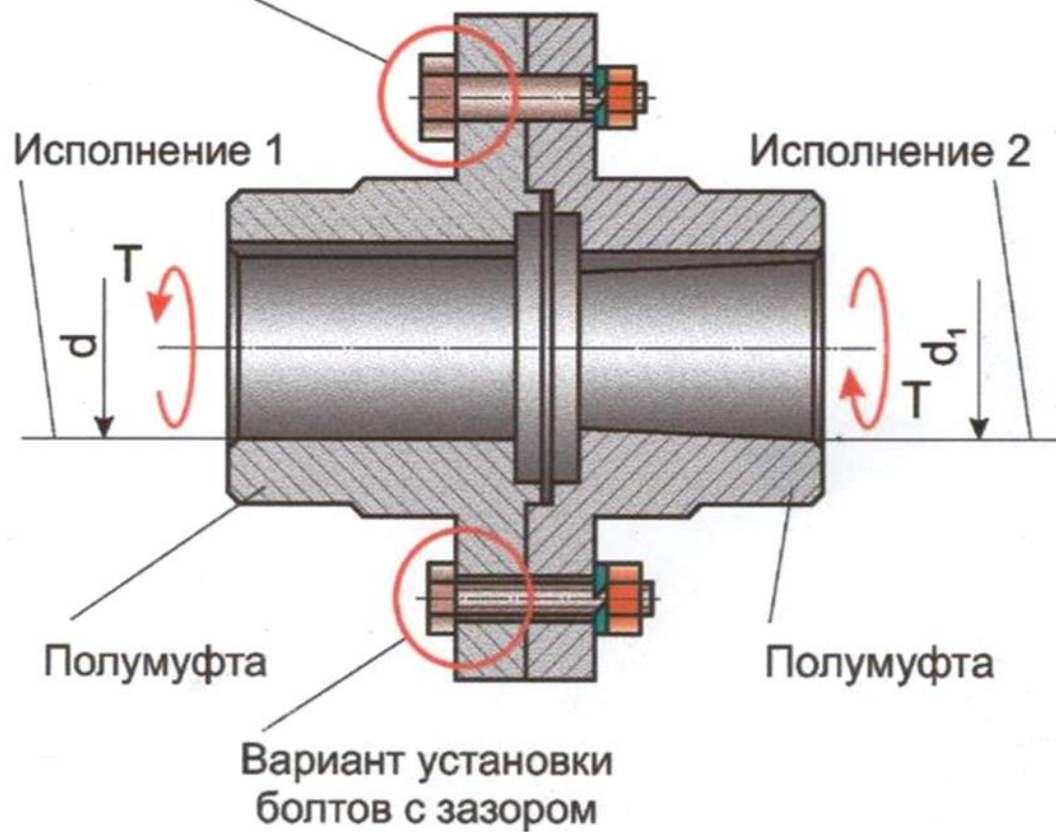
открытая

закрытая



Фланцевая муфта

Вариант установки
болтов без зазора



Муфты стандартизованы в диапазоне диаметров валов $d = 11 \dots 250$ мм и вращающих моментов $T = 16 \dots 40000$ Н·м при стальных полумуфтах. При чугунных полумуфтах значения моментов уменьшаются в два раза.

Фланцевая муфта

Фланцевые муфты - самые распространенные жесткие (глухие) муфты. Вращающий момент в них передается или силами сопротивления на срез чистых (поставленных без зазора) болтов, или силами трения между фланцами (болты поставлены с зазором).

Если болты поставлены без зазора, то их рассчитывают на срез и смятие, если с зазором – на растяжение от силы предварительной затяжки.

В первом случае масса меньше и несущая способность при одинаковых размерах раз в 5 больше. Во втором – изготовление и монтаж проще и дешевле.

Фланцевая муфта

Достоинства:

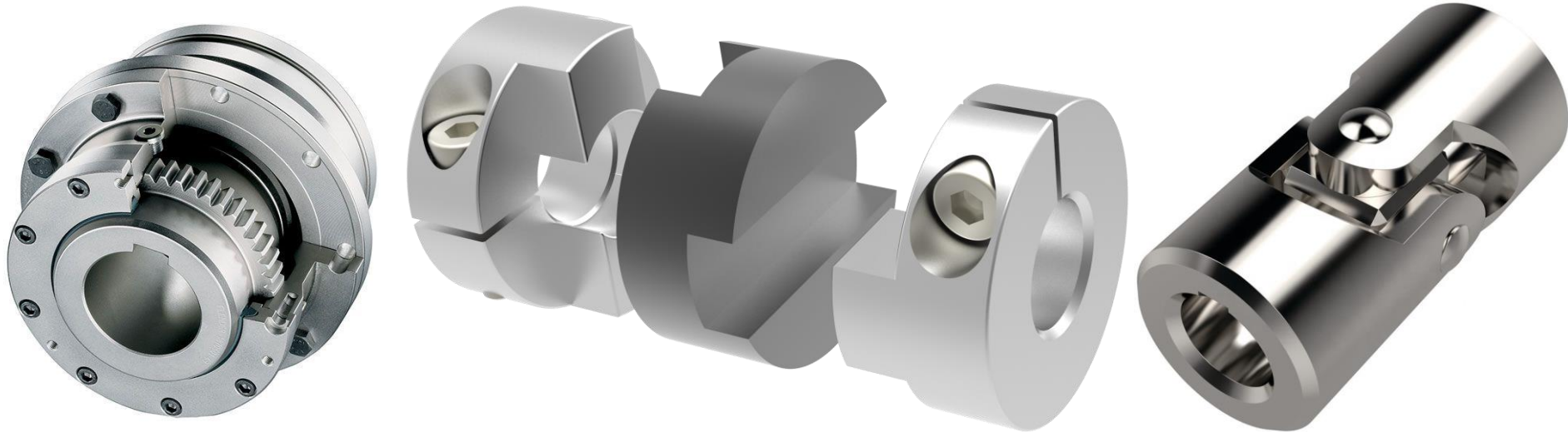
- 1.Простота.
- 2.Большая нагрузочная способность.
- 3.С помощью дополнительных колец может компенсировать осевое смещение.

Недостатки:

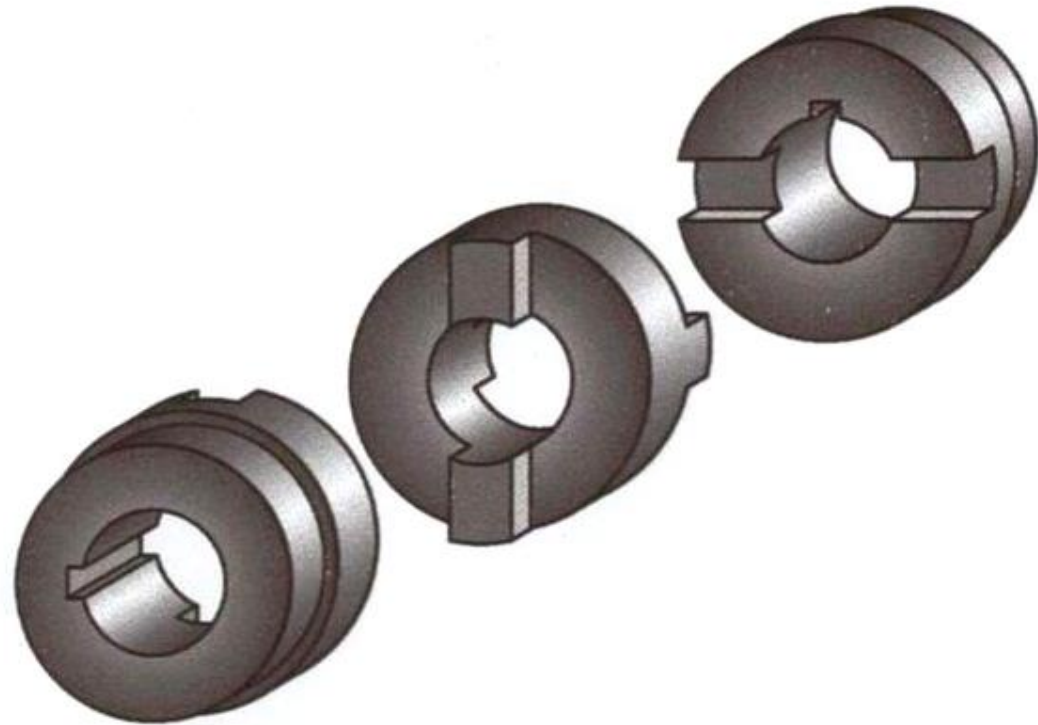
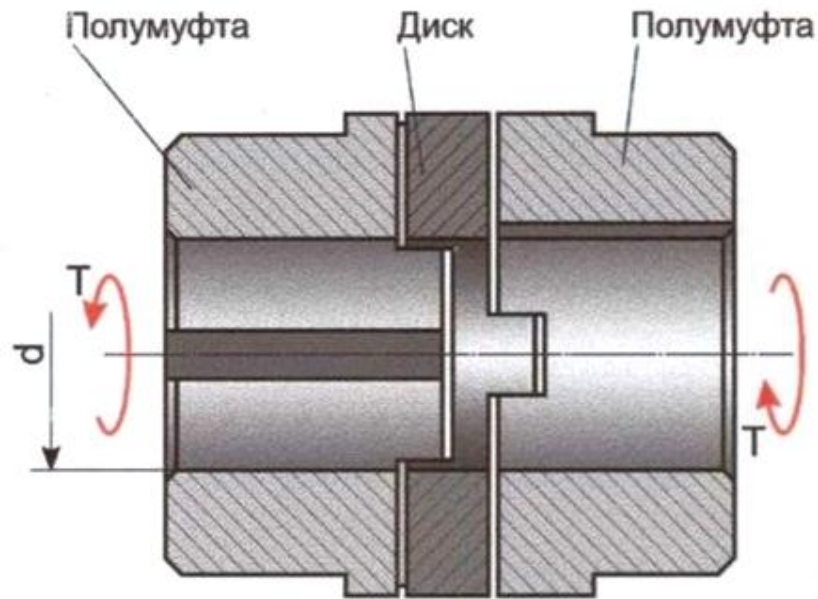
- 1.Нет других компенсирующих свойств.
- 2.Большие радиальные размеры.



Муфты компенсирующие самоустанавливающиеся предназначены для соединения валов с небольшими взаимными смещениями и перекосами геометрических осей, вызванными неточностью изготовления или монтажа, а также упругими деформациями валов.



Крестовая кулачково-дисковая муфта

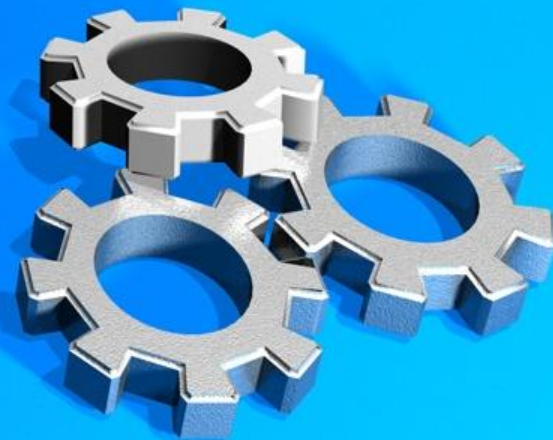
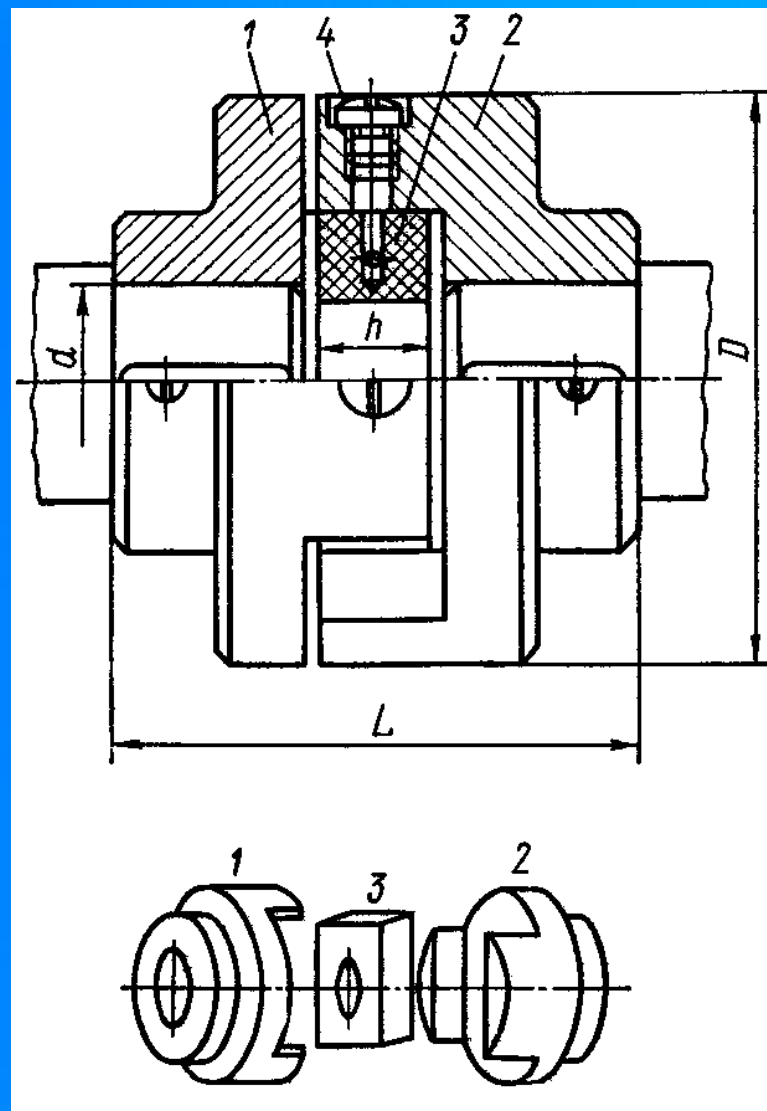


Муфты стандартизованы в диапазоне диаметров валов $d = 16 \dots 150$ мм и вращающих моментов $T = 16 \dots 16000$ Н·м.

Компенсирующая способность муфт:

радиальное смещение	0,6...5,0 мм
угловое смещение	30°

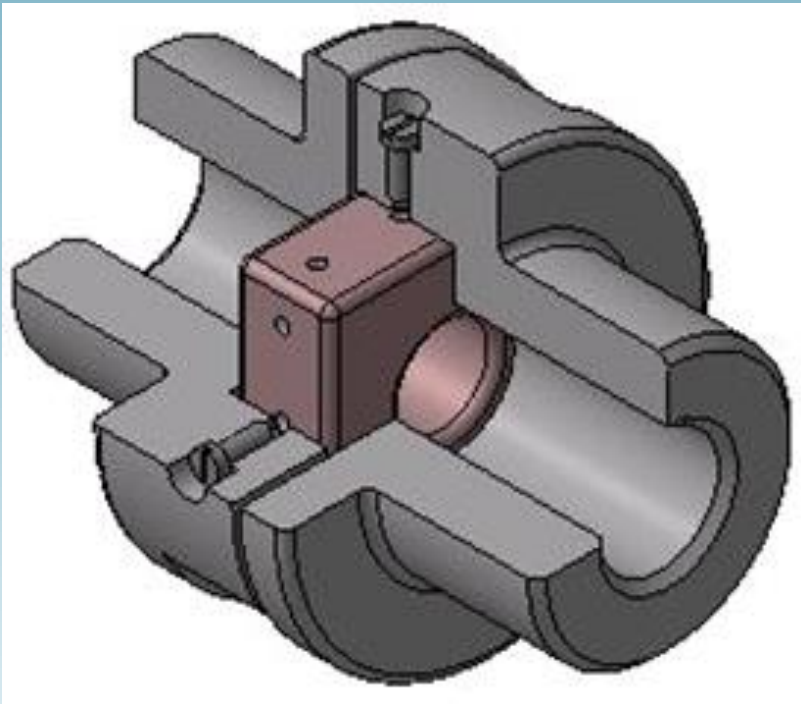
Крестовая муфта со скользящим вкладышем



Крестовые муфты

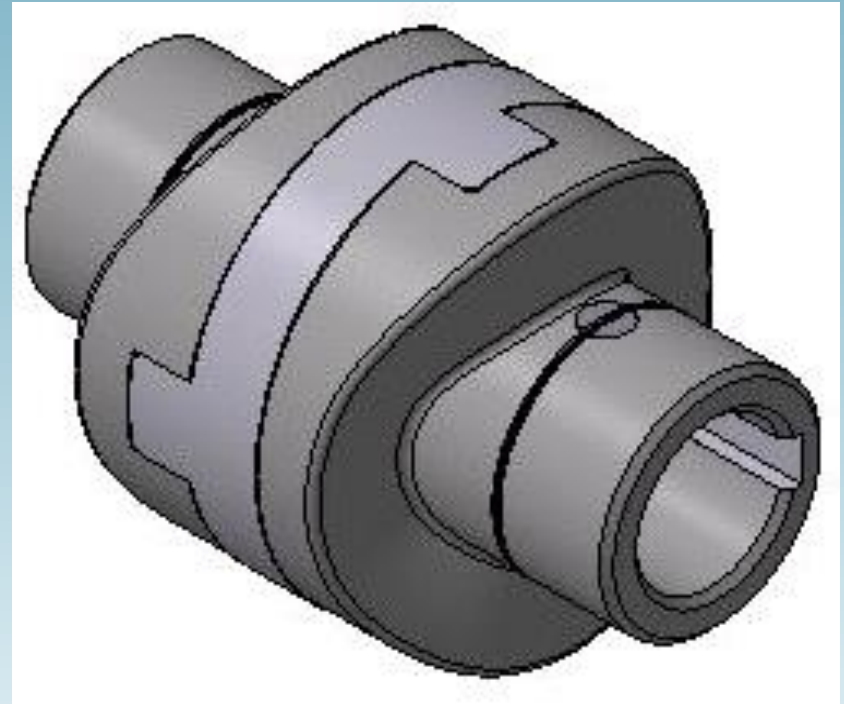
Достоинства:

1. Большая нагрузочная способность.
2. Может компенсировать осевое и радиальное смещение.



Недостатки:

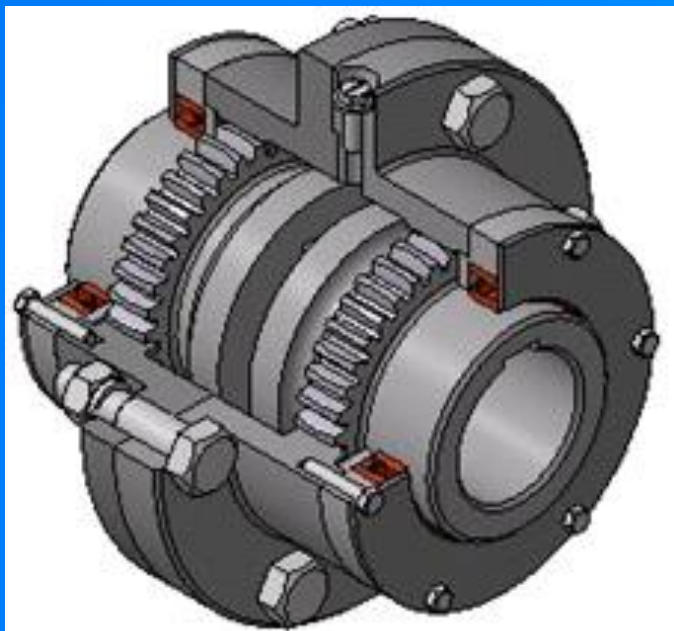
1. Неизбежно скольжение.
2. Малый срок службы.



Зубчатая муфта

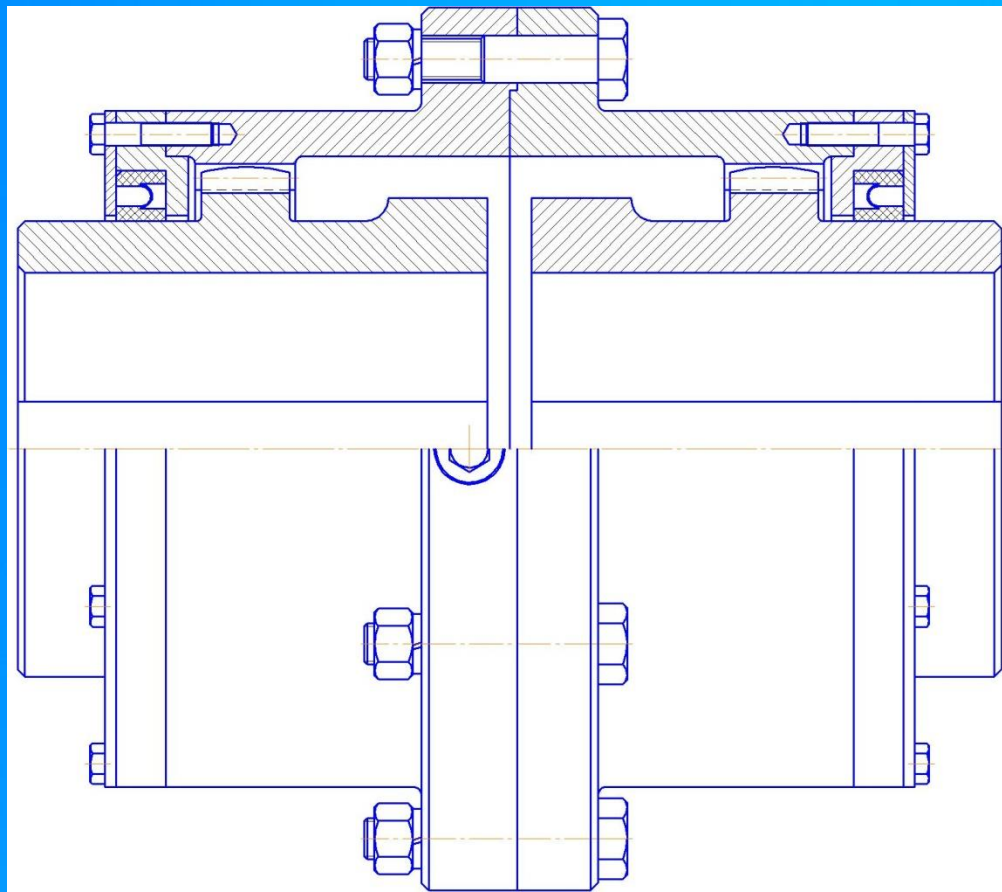
Достоинства:

1. Большая нагрузочная способность.
2. Может компенсировать любую несоосность.

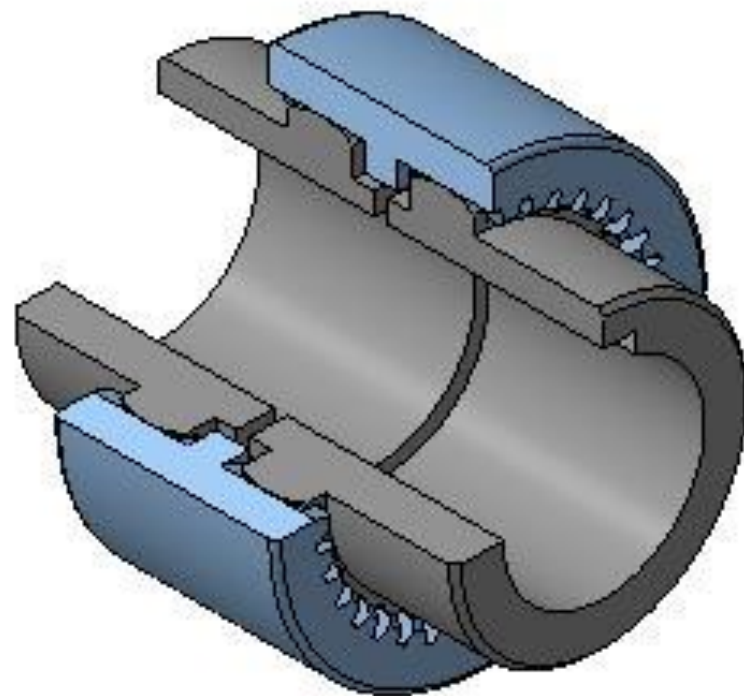
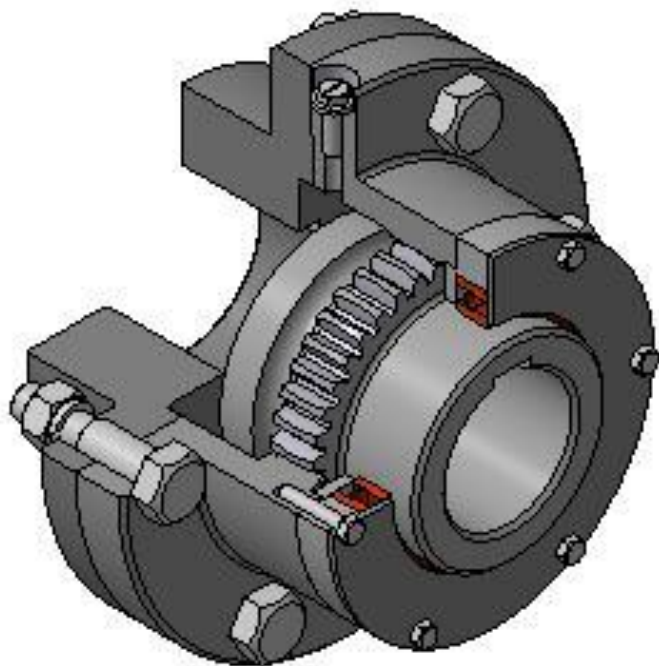


Недостатки:

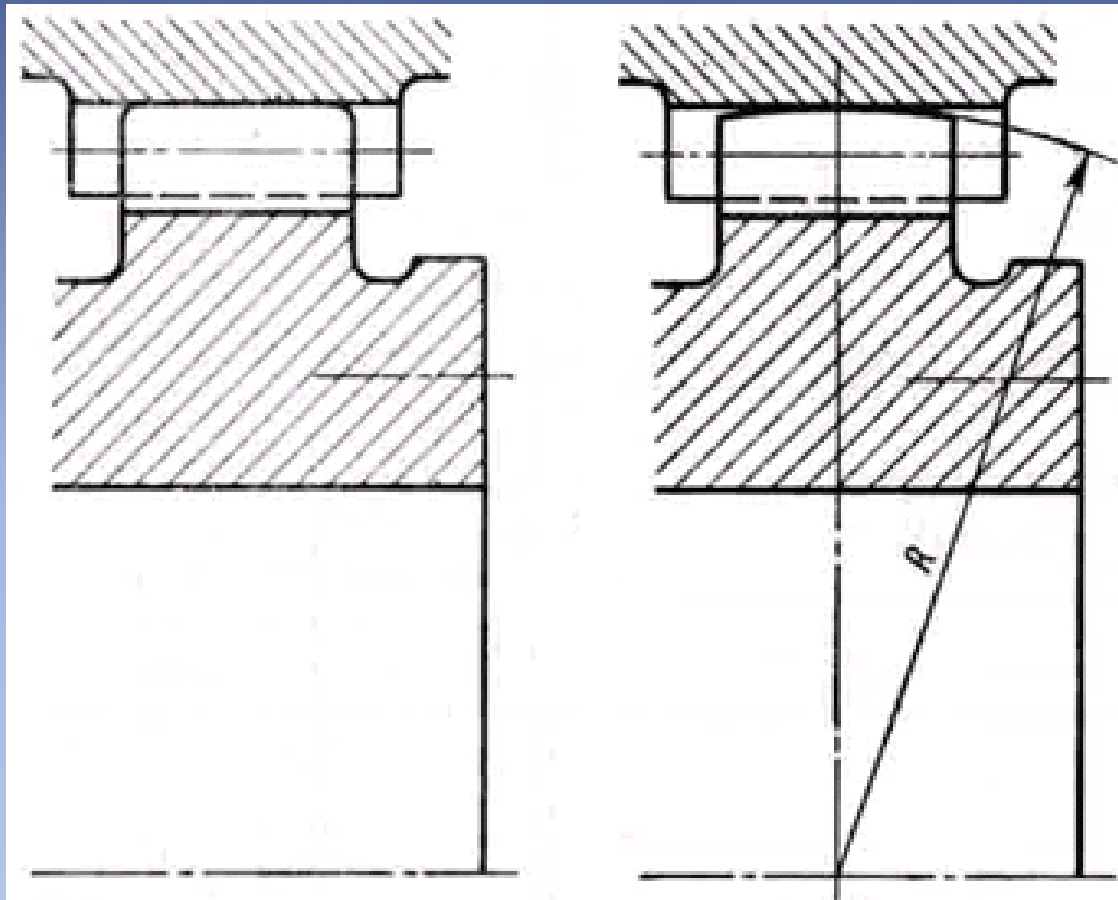
1. Большие размеры.
2. Требуется смазка.



Зубчатая муфта



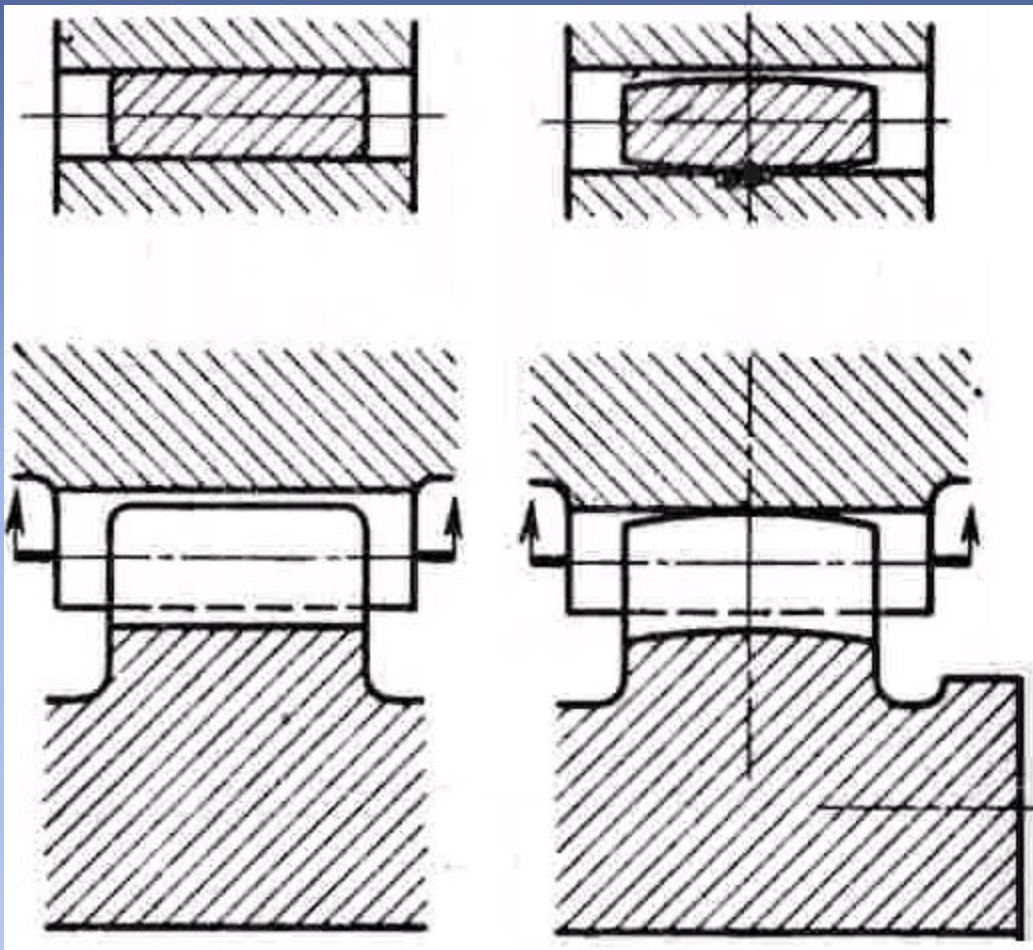
Зубчатая муфта



неправильно

правильно

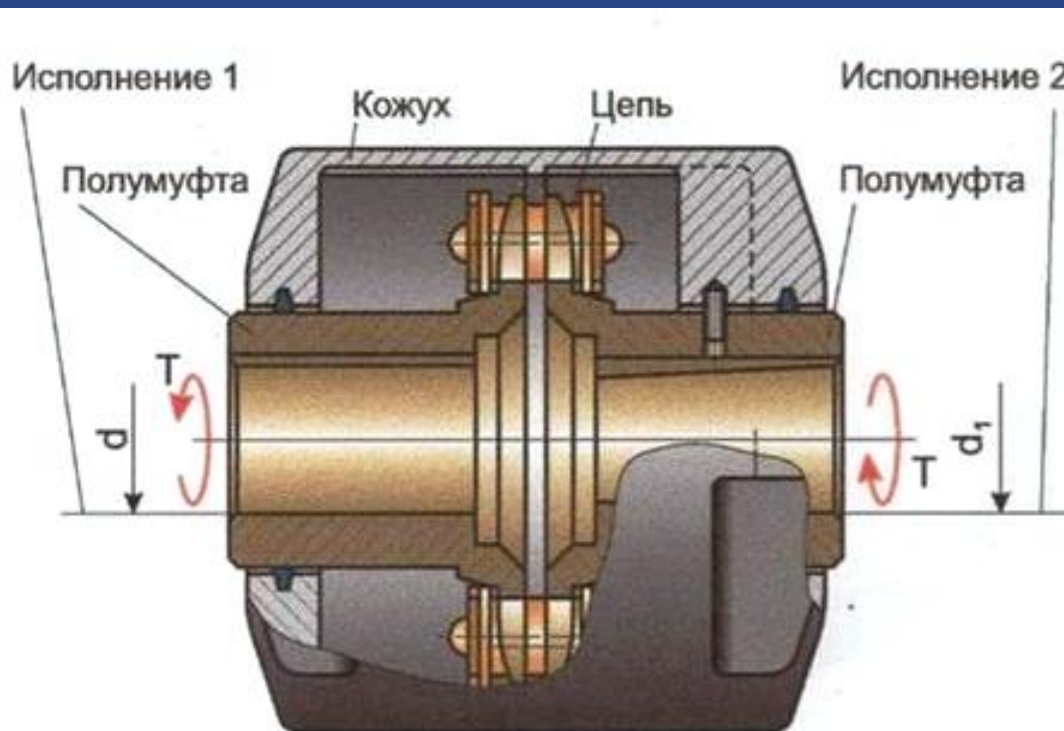
Зубчатая муфта



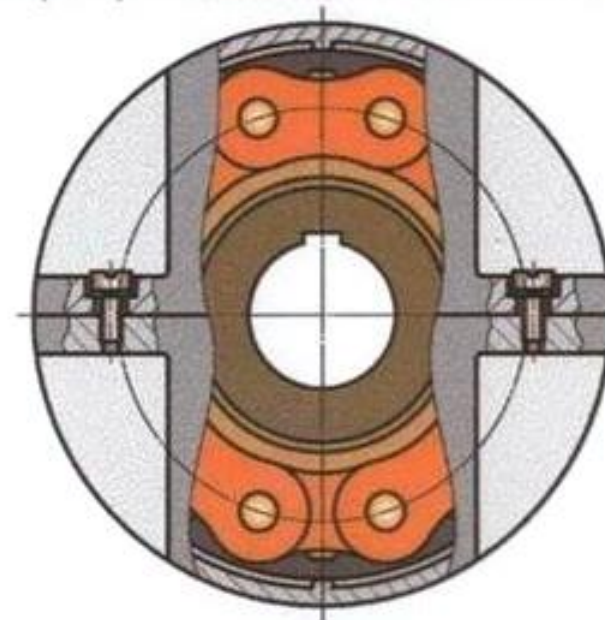
неправильно

правильно

Цепная муфта



Муфты стандартизованы в диапазоне диаметров валов $d = 20 \dots 180$ мм и вращающих моментов $T = 63 \dots 16000$ Н·м.



Типы:

- 1 - с однорядной цепью;
- 2 - с двухрядной цепью.

Исполнения по посадочной поверхности:

- 1 - с цилиндрическим отверстием;
- 2 - с коническим отверстием;
- 3 - с прямобочными шлицами;
- 4 - с эвольвентными шлицами.

Компенсирующая способность муфт:

- радиальное смещение $0,16 \dots 1,20$ мм
- угловое смещение $1^{\circ}00' \dots 1^{\circ}12'$

Цепная муфта



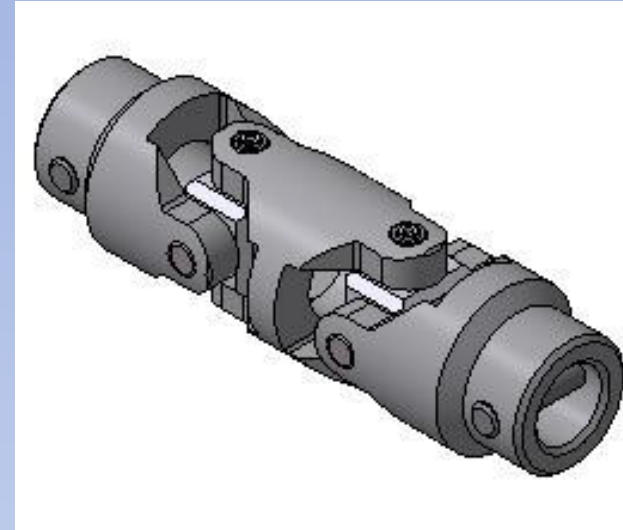
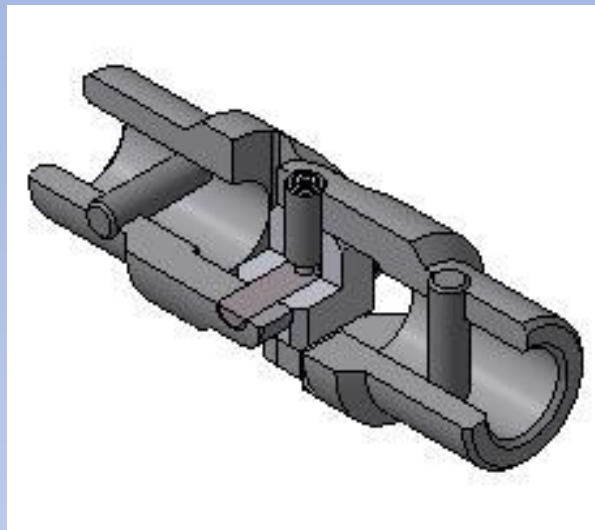
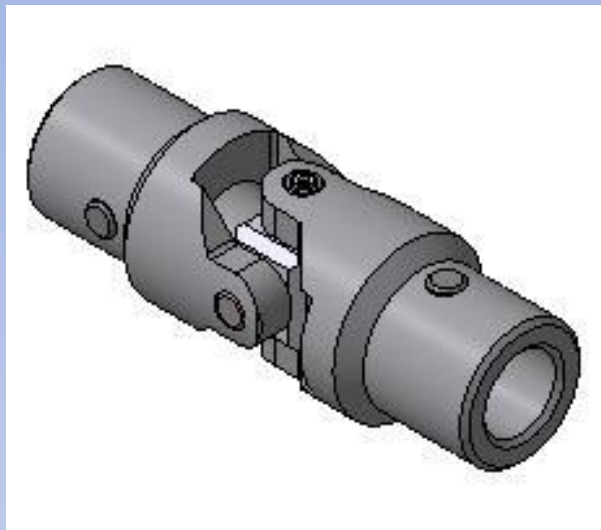
Шарнирная муфта

Преимущества:

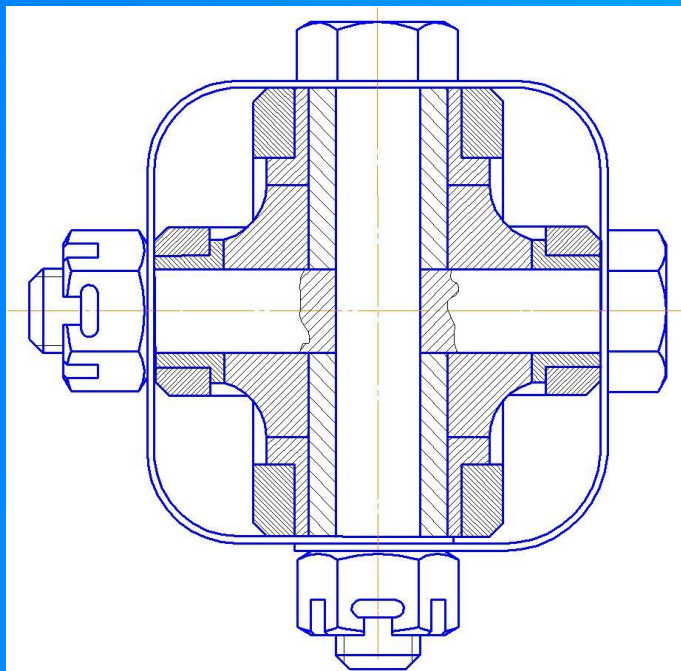
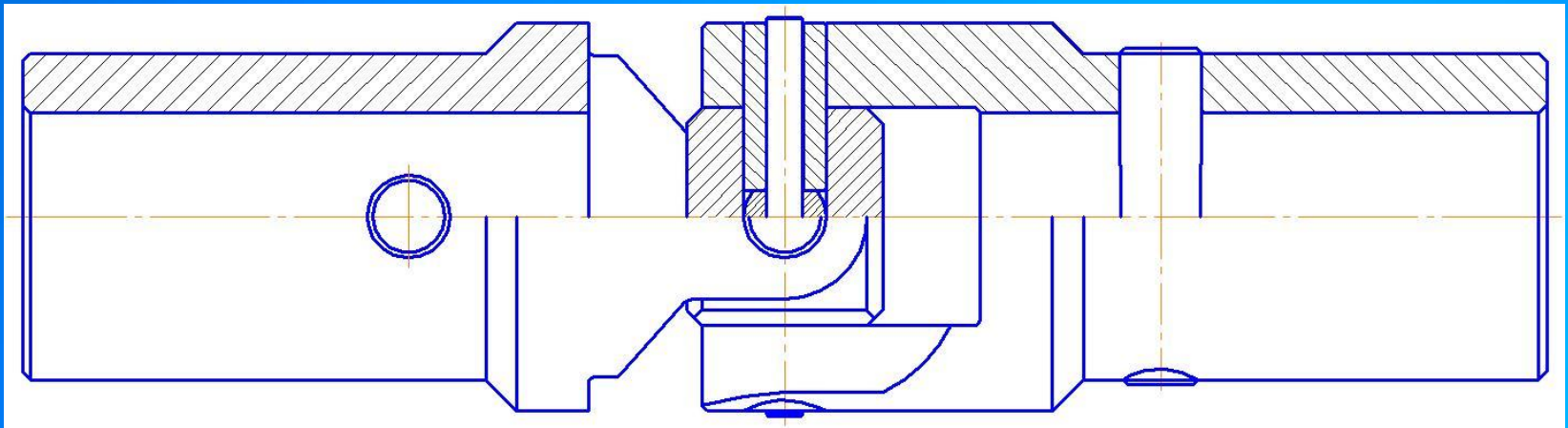
1. Большая нагрузочная способность.
2. Может компенсировать угловые смещения до 45° .

Недостатки:

1. Неравномерность вращения ведомого вала.
2. Не компенсирует радиальных и осевых смещений.



Шарнирная муфта

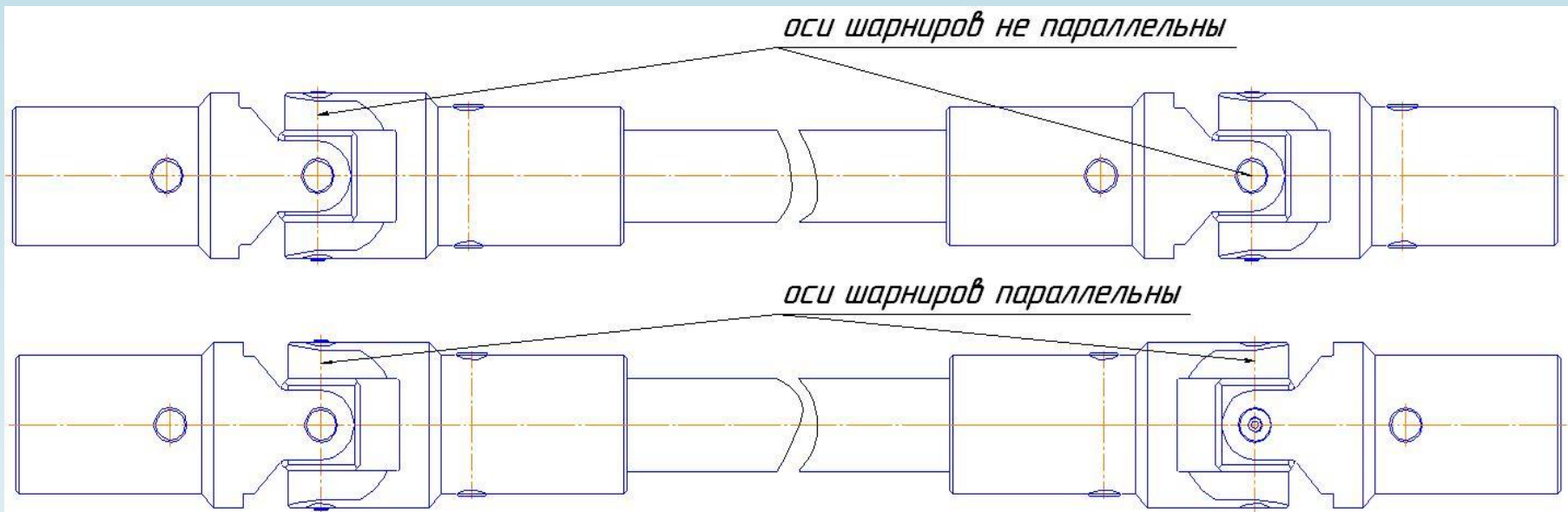


Шарнирная муфта

Муфты могут быть синхронные (угловые скорости соединенных валов равны) и асинхронные.

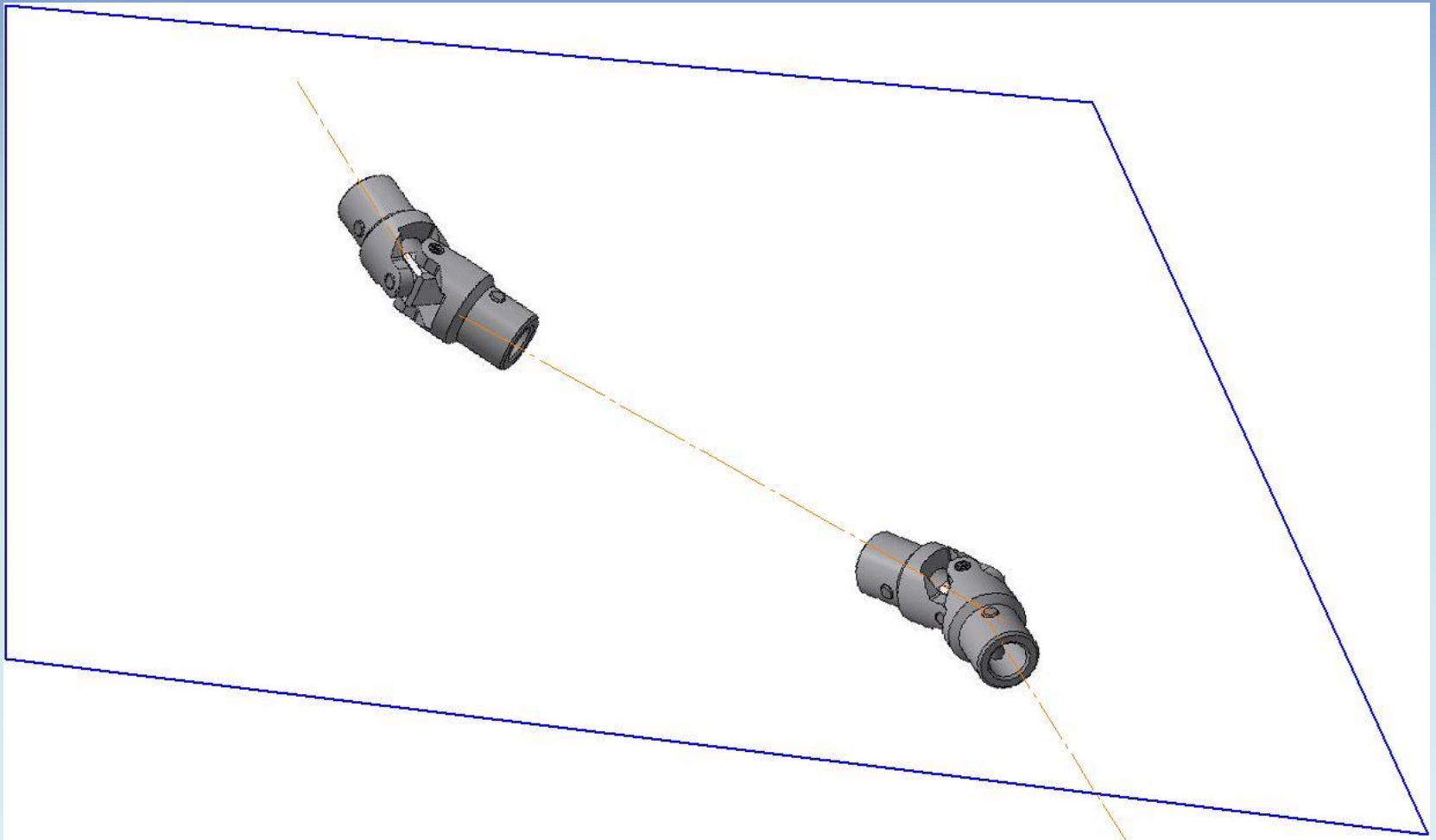
Для синхронности требуется:

- параллельность осей шарниров одинарных муфт на частях, скрепленных с промежуточным валом или втулкой сдвоенной муфты;



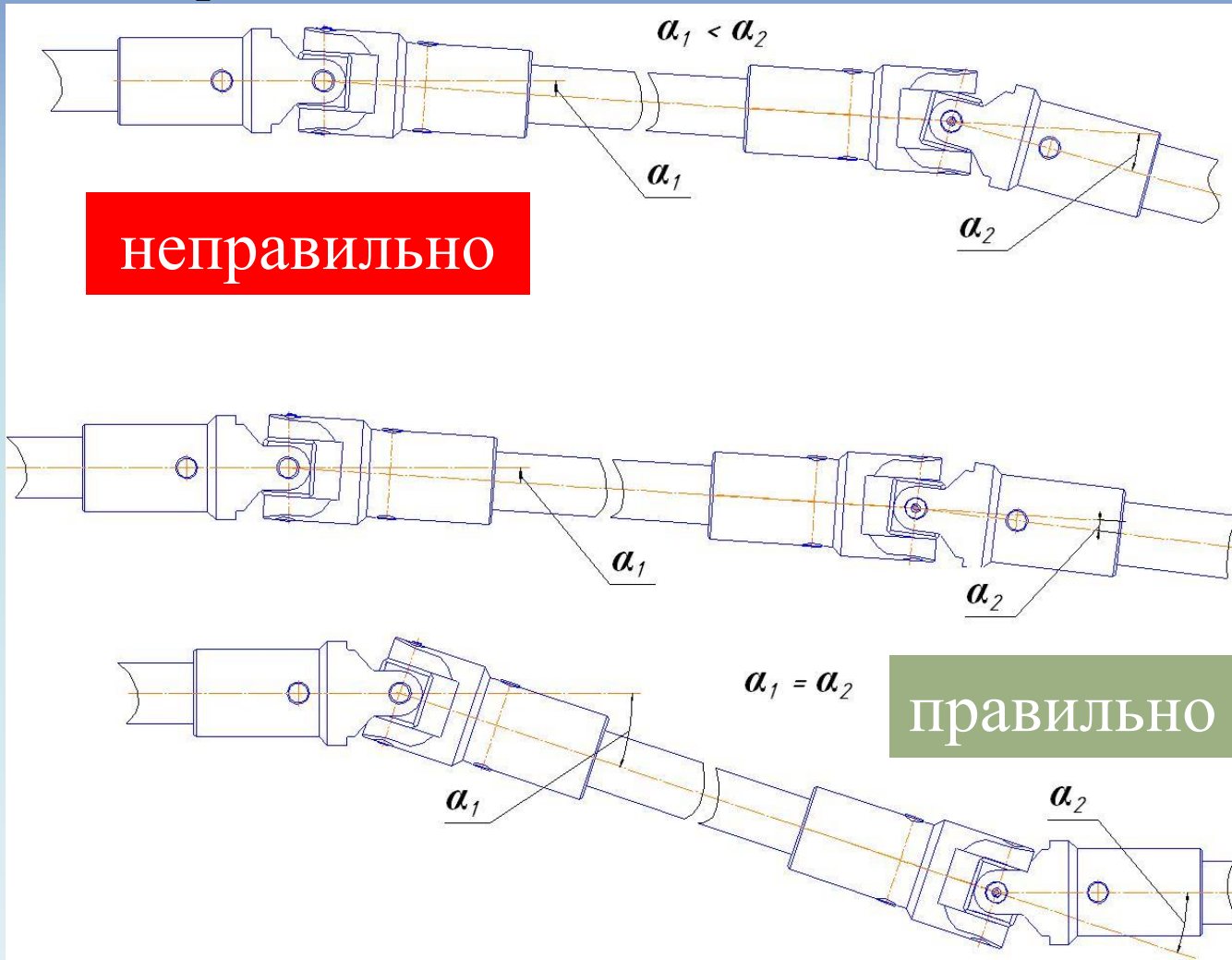
Шарнирная муфта

- чтобы оси соединяемых валов лежали в одной плоскости;



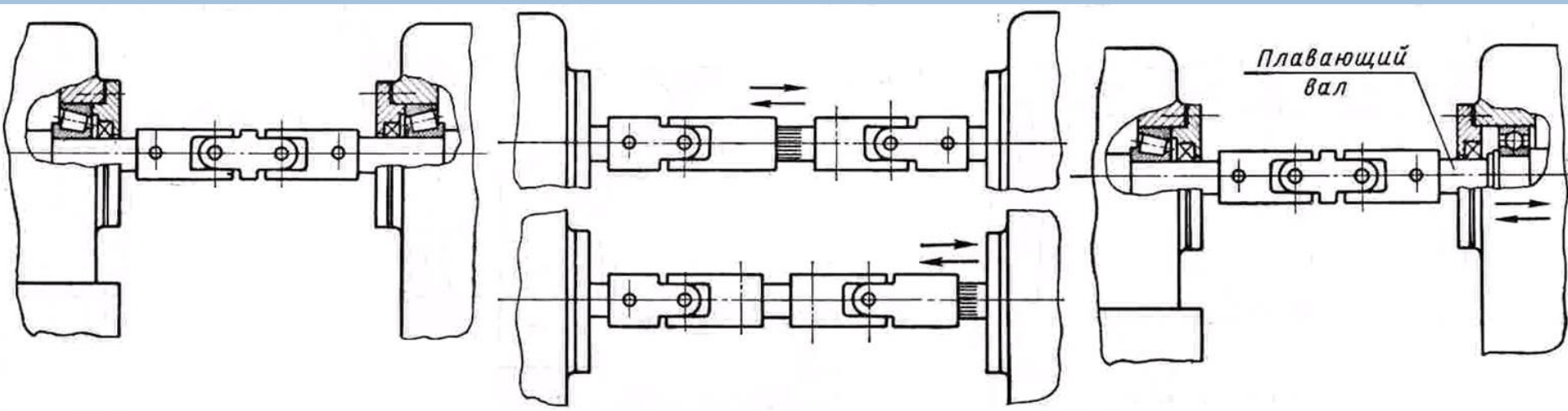
Шарнирная муфта

- чтобы угол между первым и промежуточным, промежуточным и вторым были равны.



Шарнирная муфта

В кинематической цепи с шарнирными муфтами должен быть элемент, компенсирующий осевые деформации (шлицы, плавающий вал и др.).

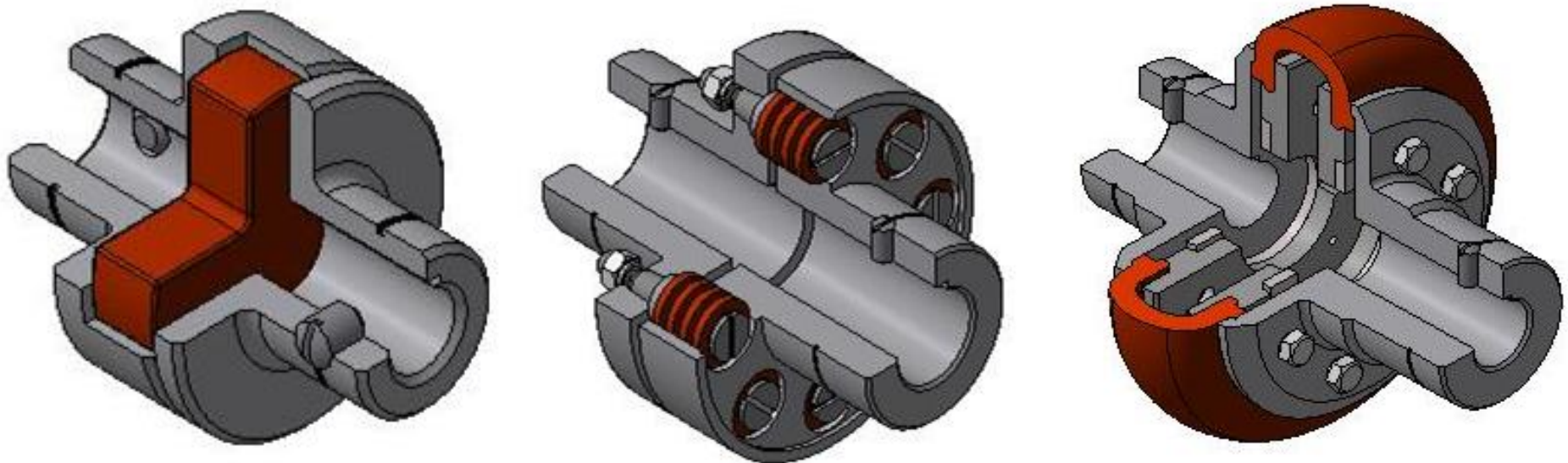


неправильно

правильно

Упругие муфты

Упругие муфты используются для смягчения ударов и предупреждения опасных колебаний. Муфты содержат металлический или неметаллический упругий элемент.



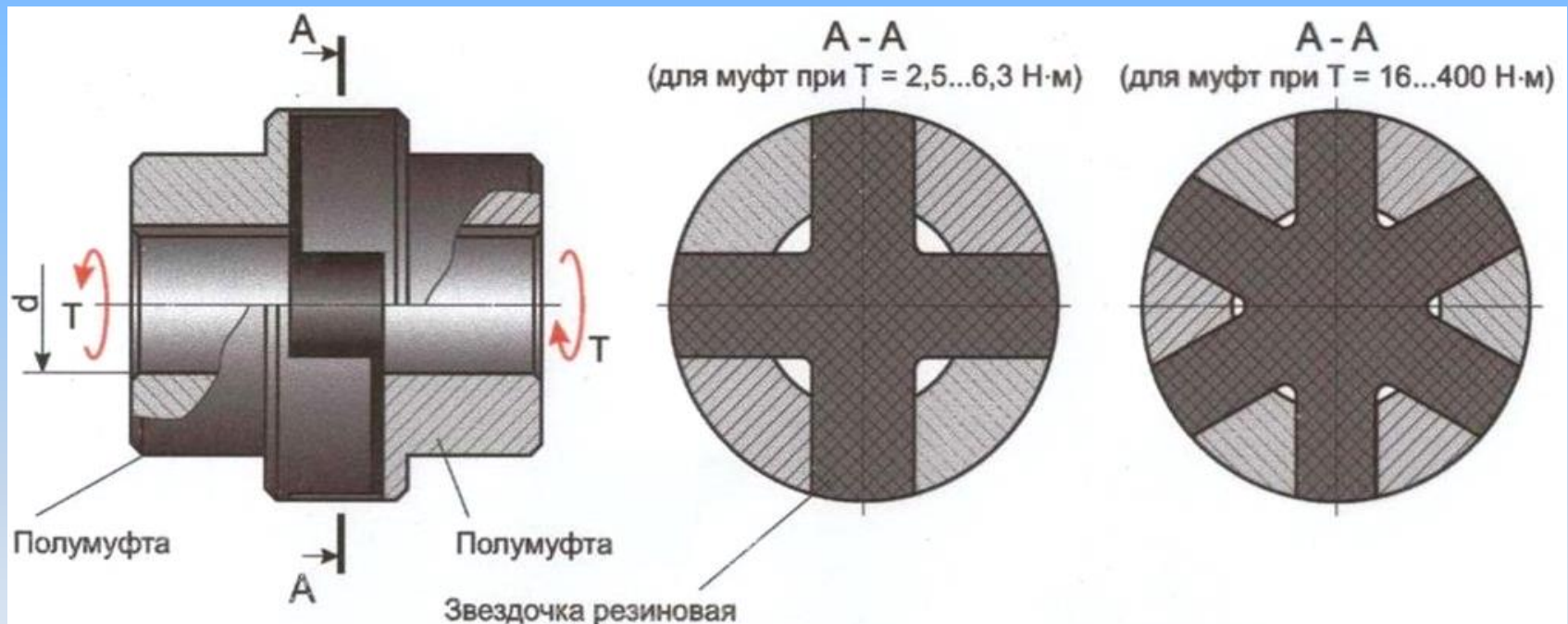
Муфта упругая со звездочкой

Достоинства:

1. Компактность.
2. Простота изготовления и обслуживания.
3. Электроизолирующая.

Недостатки:

1. Слабые компенсационные возможности.
2. Низкая нагрузочная способность (до 400 Нм).

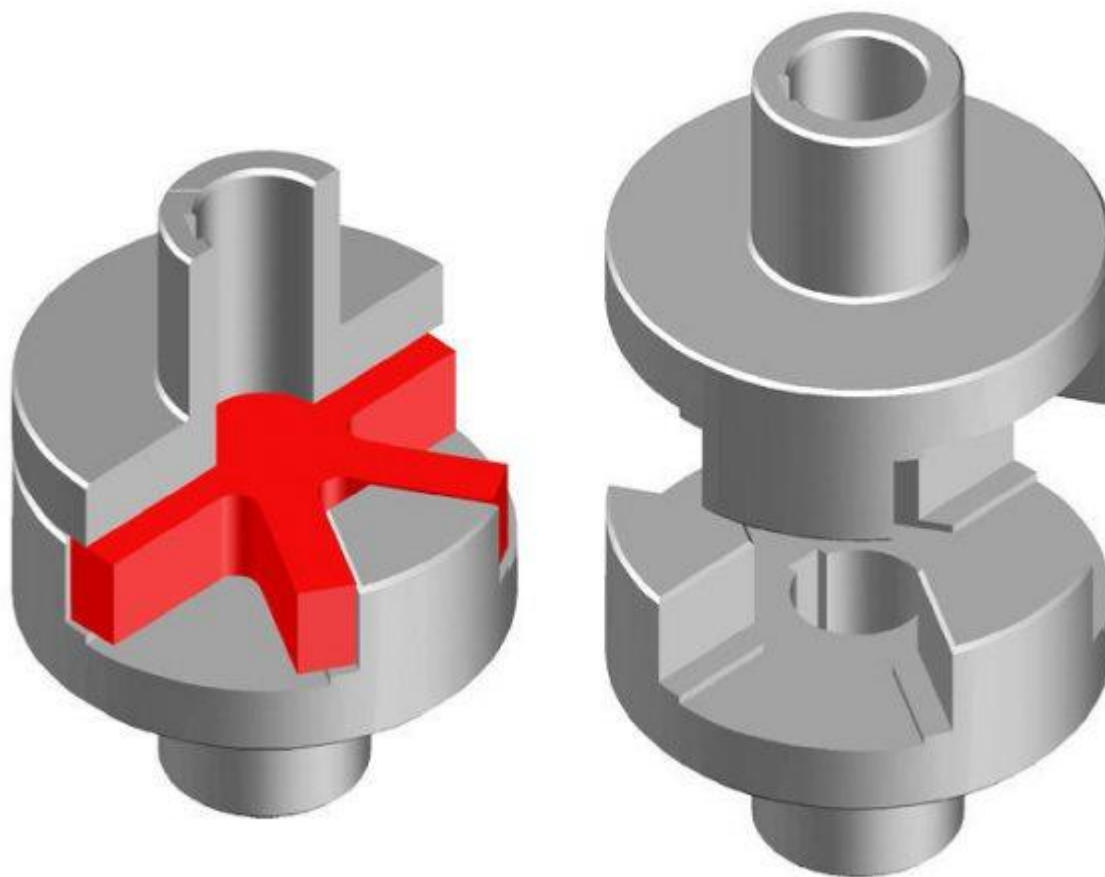


Муфты стандартизованы в диапазоне диаметров валов $d = 6 \dots 48 \text{ мм}$ и вращающих моментов $T = 2,5 \dots 400 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

Компенсирующая способность муфт:

радиальное смещение	0,1...0,4 мм
осевое смещение	1,0...5,0 мм
угловое смещение	1°00' ... 1°30'

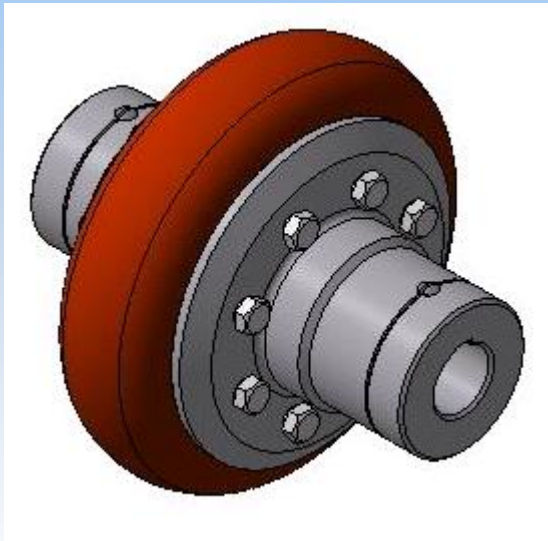
Муфта упругая со звездочкой



Муфта упругая с торообразной оболочкой

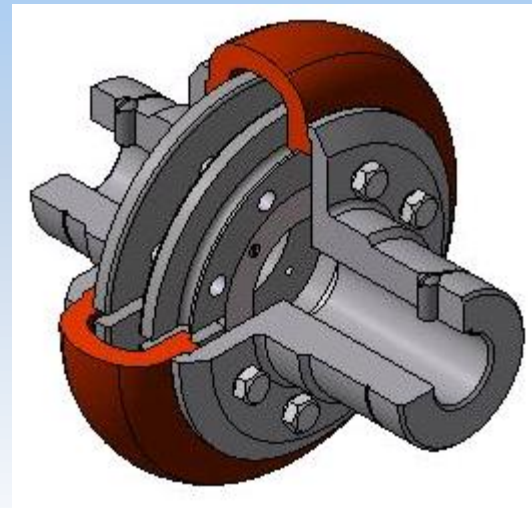
Достоинства:

1. Больше нагрузочная способность (до 40 000 Нм).
2. Высокие компенсационные свойства.
3. Электроизоляция.



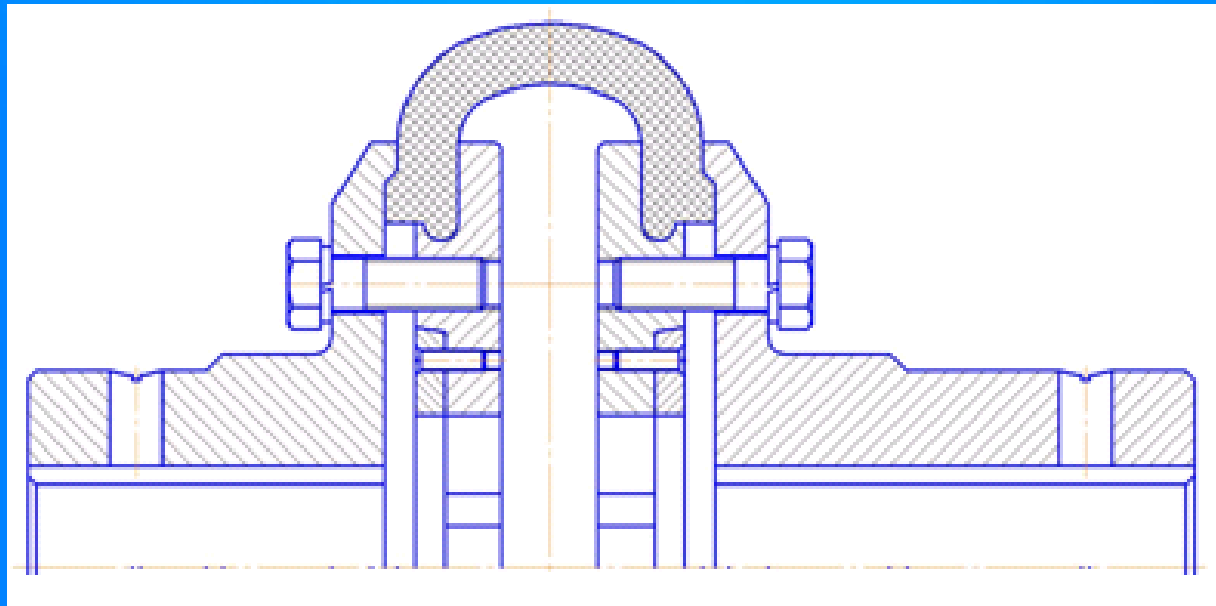
Недостатки:

1. Сложней и дороже.
2. Дополнительные осевые силы на валы.
3. Большие диаметральные размеры.

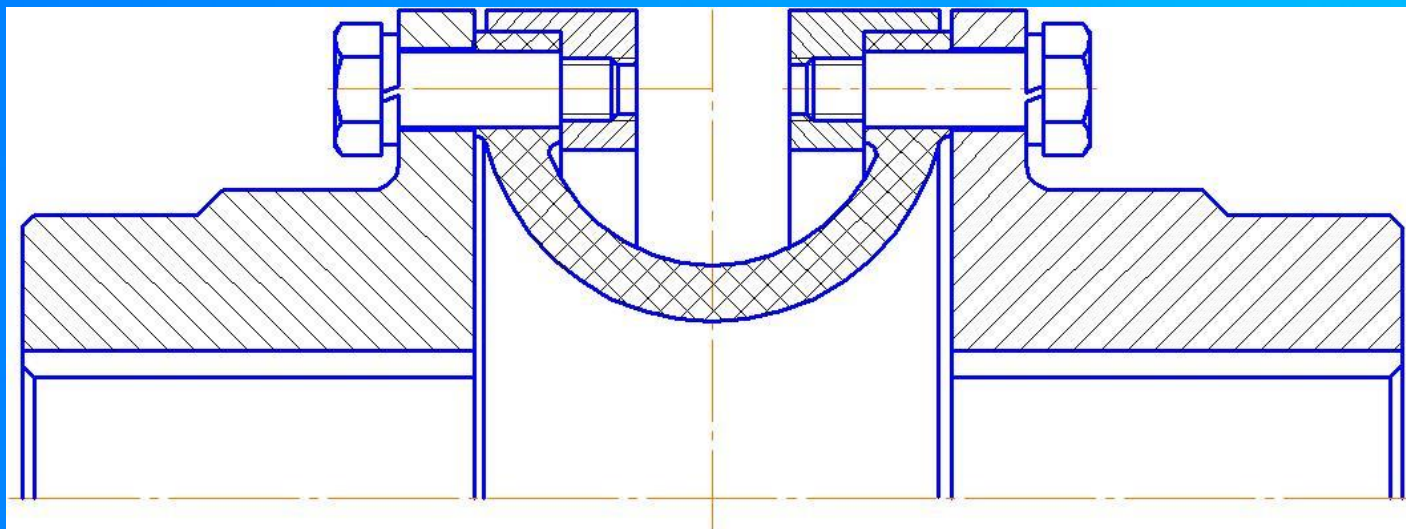


Муфта упругая с торообразной оболочкой

Выпуклая
оболочка



Вогнутая
оболочка



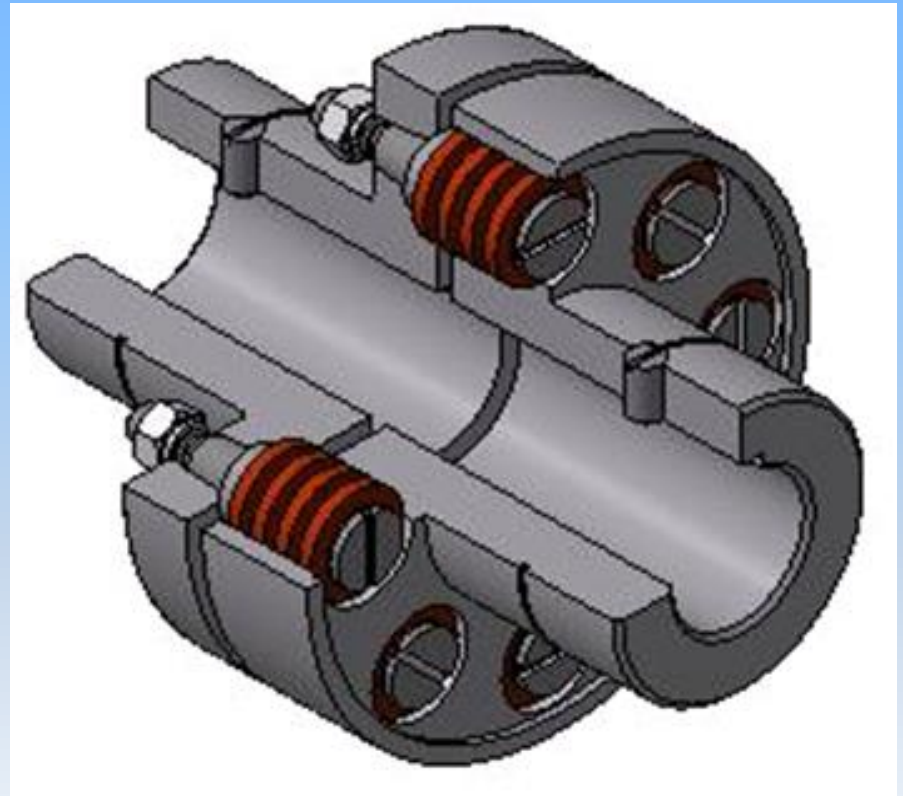
Муфта упругая втулочно-пальцевая

Достоинства:

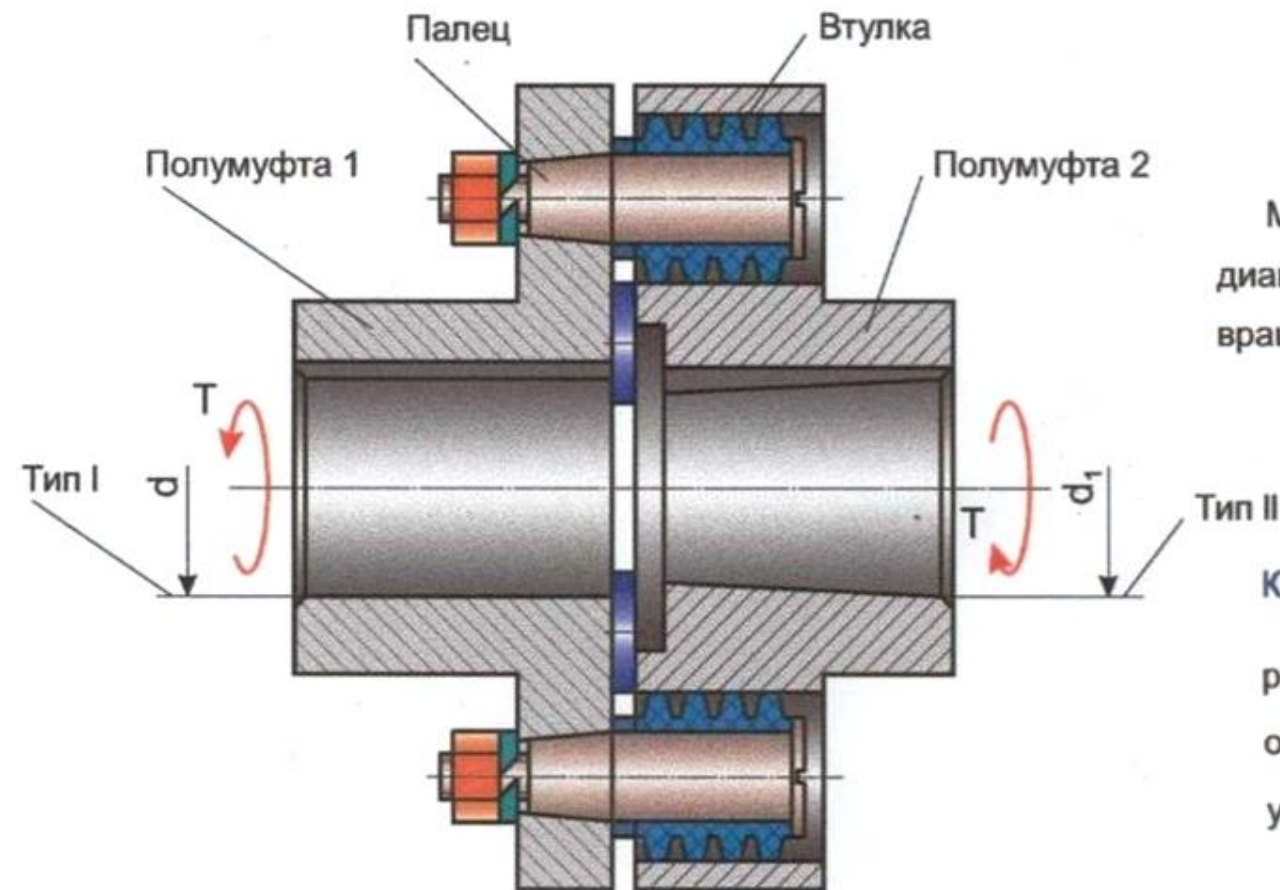
1. Большая нагрузочная способность (до 16 000 Нм).
2. Электроизоляция.

Недостатки:

1. Большие размеры.
2. Низкие компенсационные свойства.



Муфта упругая втулочно-пальцевая (МУВП)

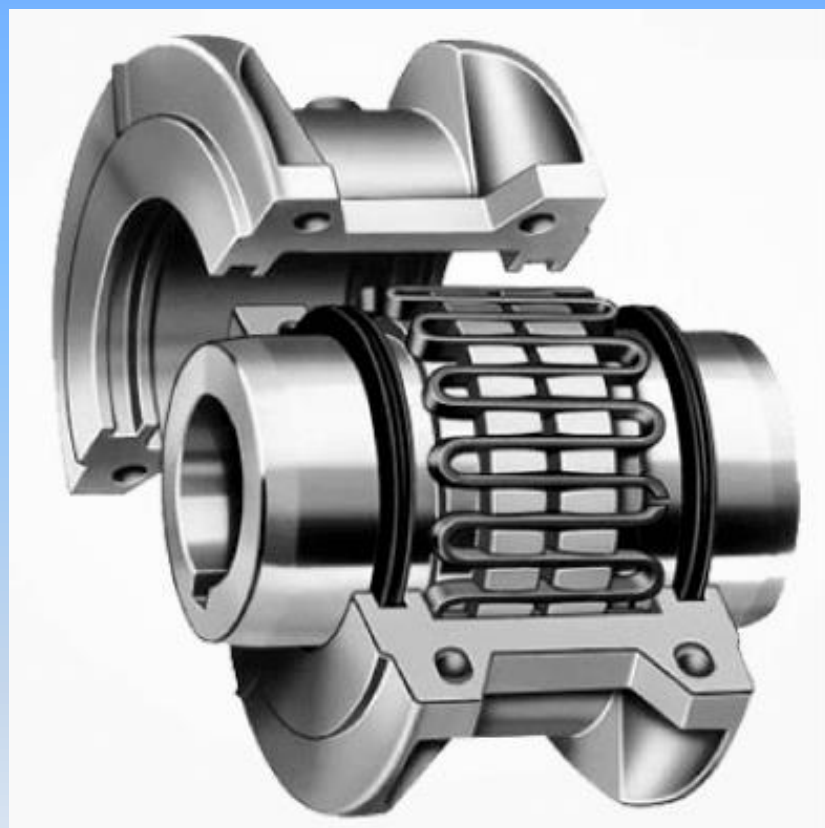
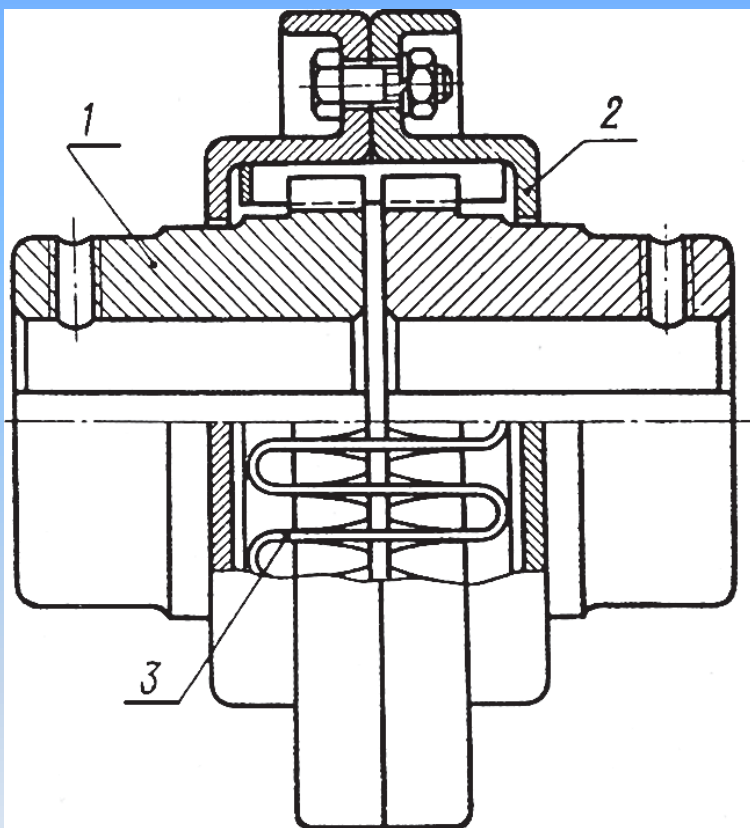


Муфты стандартизованы в диапазоне диаметров валов $d = 9 \dots 160$ мм и вращающих моментов $T = 6,3 \dots 16000$ Н·м.

Компенсирующая способность муфт:

радиальное смещение	0,2...0,6 мм
осевое смещение	1,0...5,0 мм
угловое смещение	$0^{\circ}30' \dots 1^{\circ}30'$

Муфта упругая со змеевидной пружиной



Управляемые муфты

Соединяют или разъединяют валы в зависимости от управляющего воздействия.

Бывают синхронные и асинхронные (фрикционные) с механическим, электрическим, пневматическим и гидравлическим переключением.



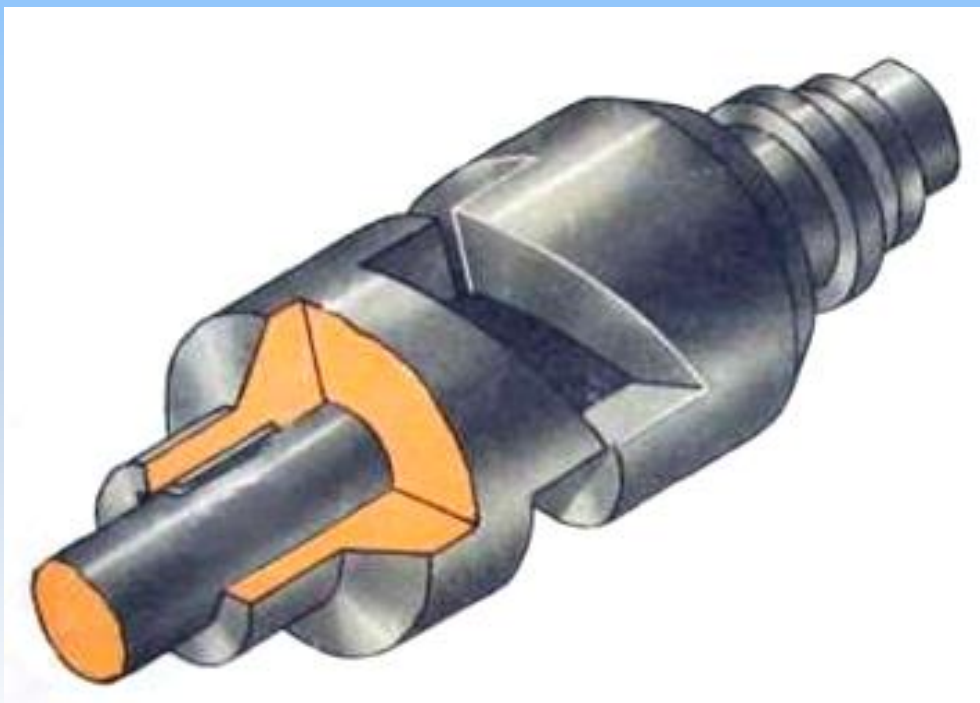
Кулачковая муфта

Достоинства:

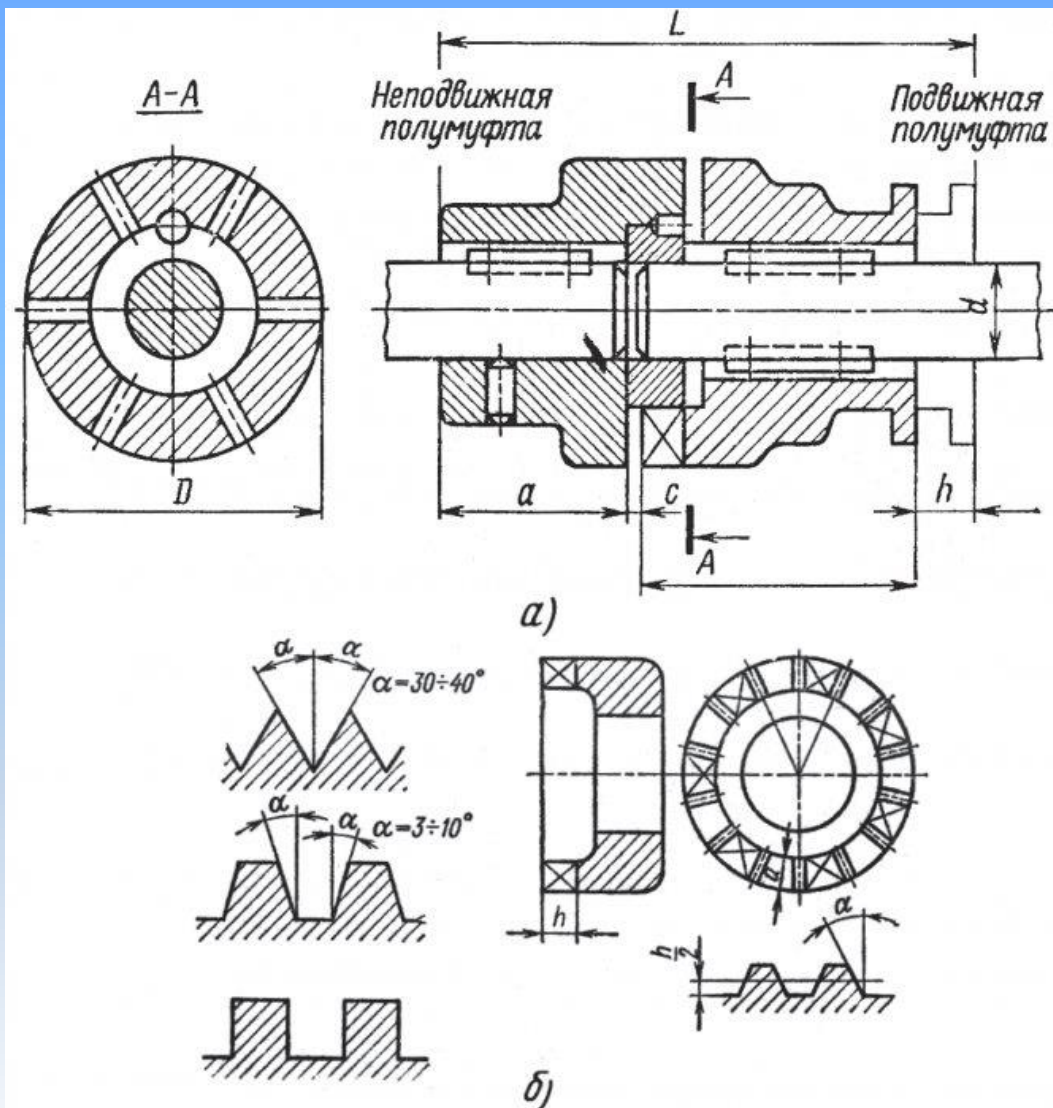
1. Большая нагрузочная способность.
2. Малые габариты и масса.

Недостатки:

1. Плохо работают при частых включениях.
2. Требуют высокой точности установки валов.

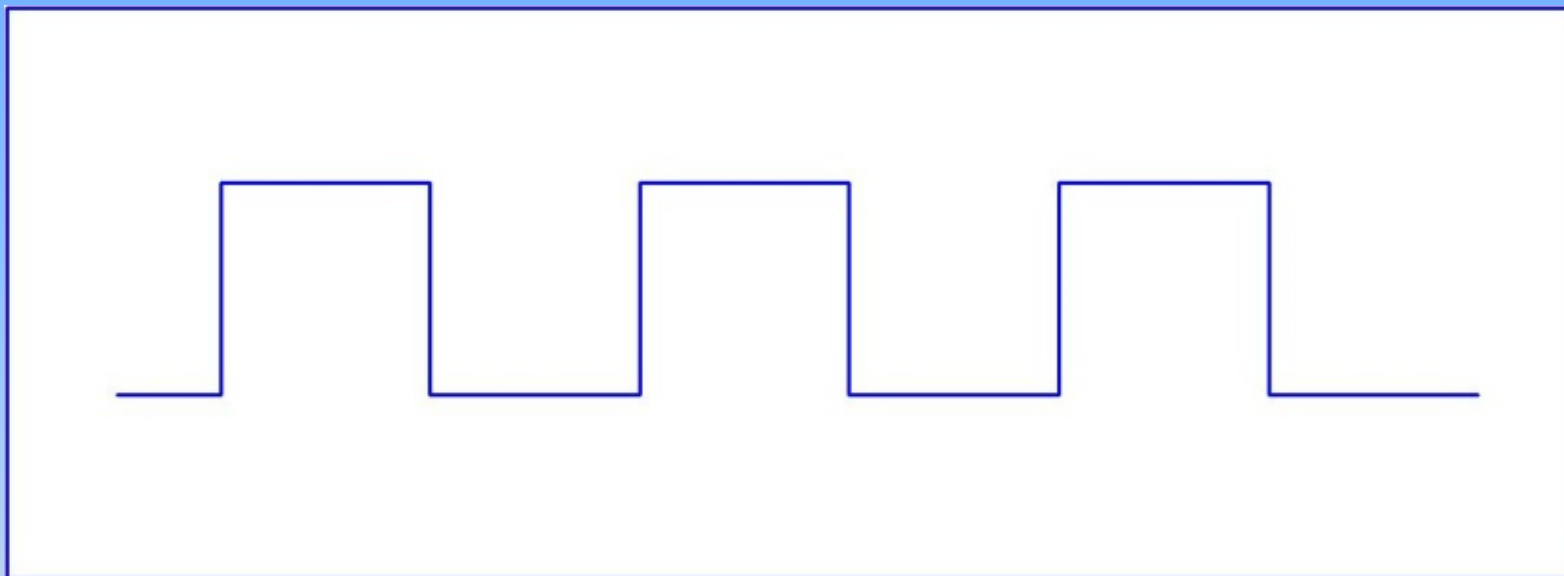


Кулачковая муфта



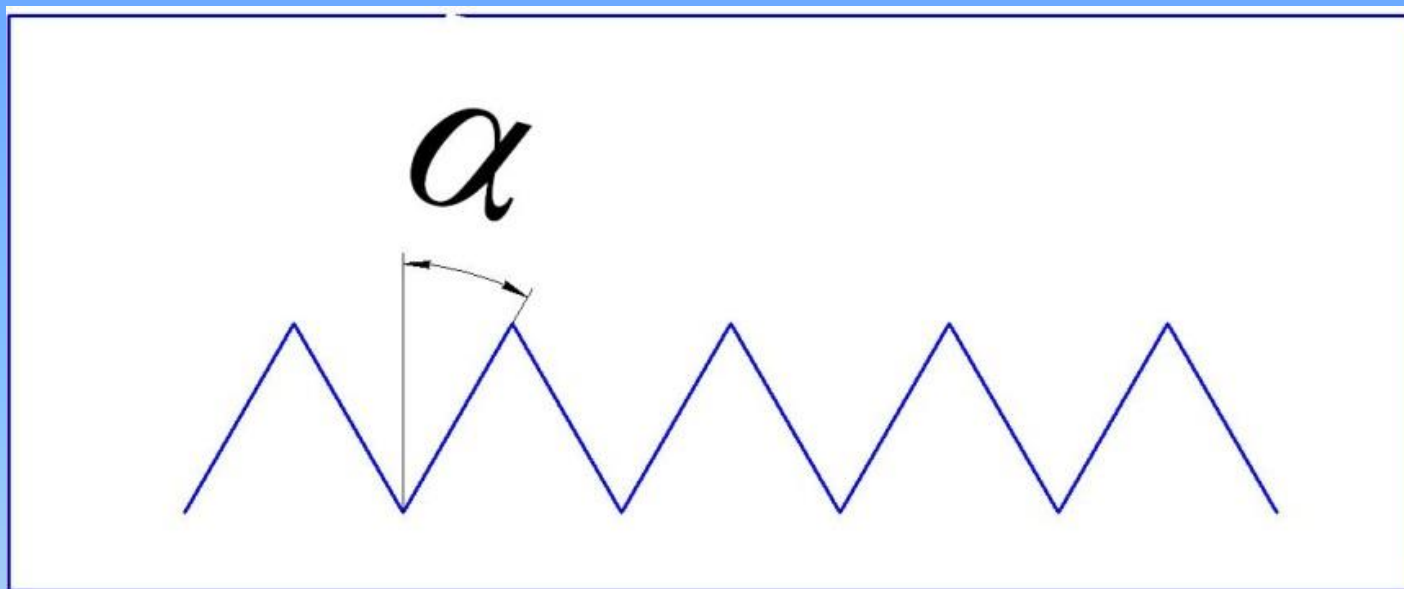
Кулачковая муфта

Формы зуба:



— **прямоугольная** — для тяжело нагруженных машин. Плохо работает при реверсивной нагрузке, труднее включается, но не требует осевой силы прижатия и имеет правильный контакт при неполном включении.

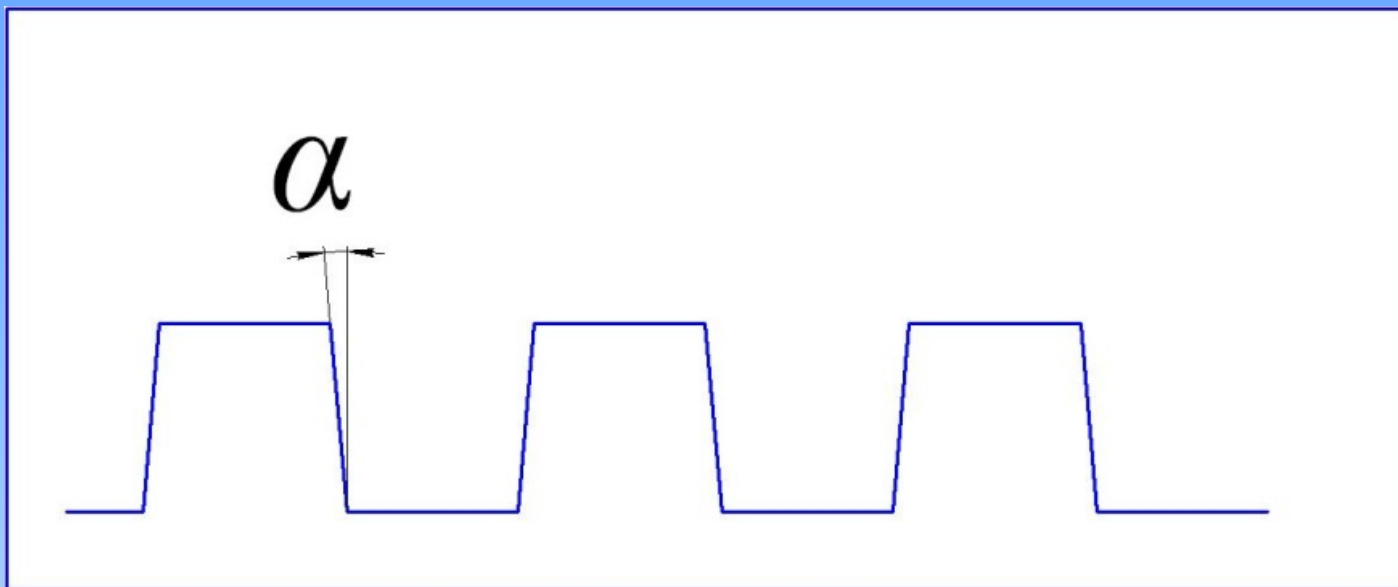
Кулачковая муфта



– **треугольная (мышинный зуб)** – для легких нагрузок. Угол $\alpha = 30...45^\circ$, количество зубьев 15...60.

Включается легко и быстро, но требует небольшой осевой силы прижатия.

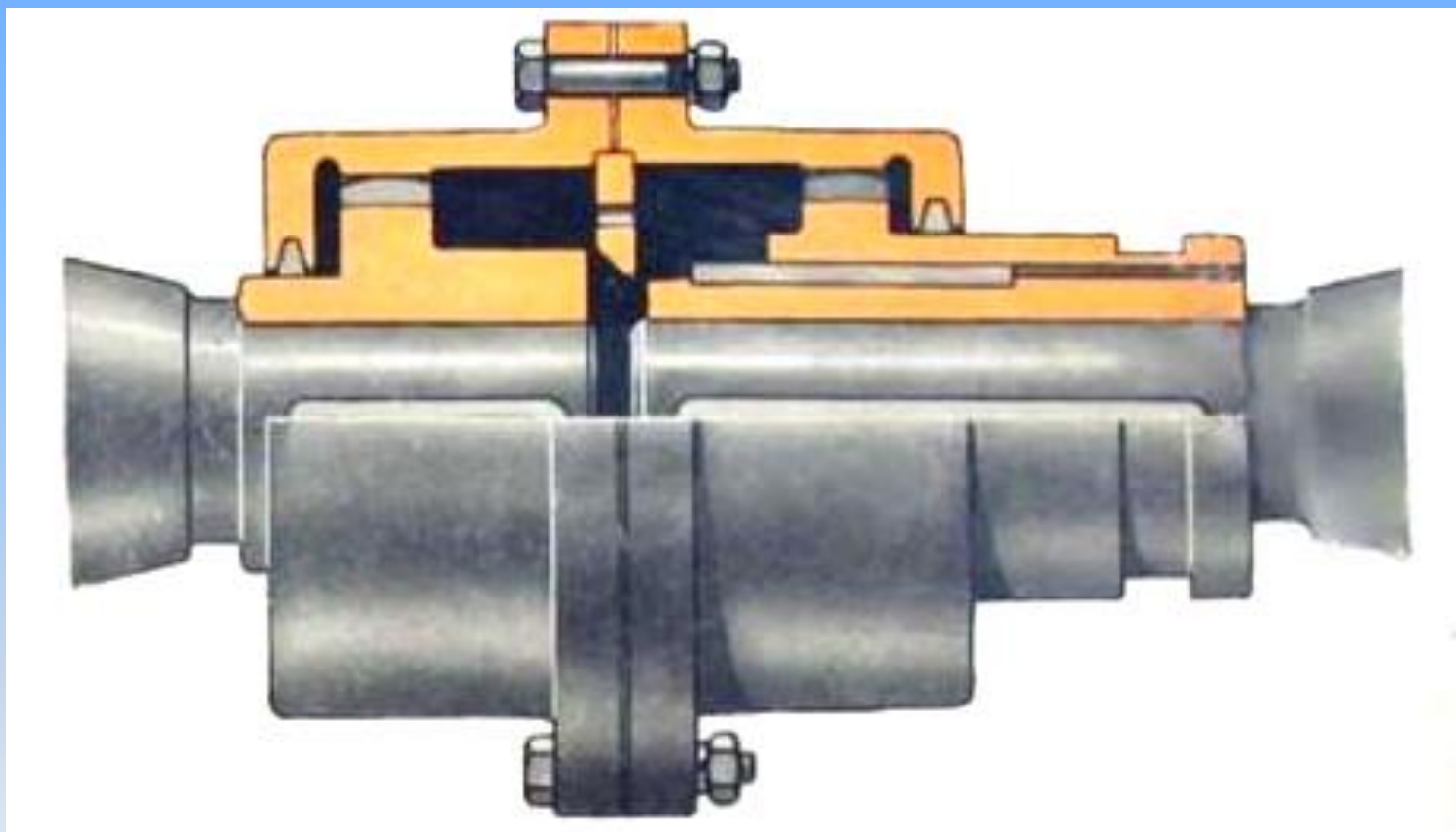
Кулачковая муфта



— **трапецеидальная** — для значительных нагрузок и высоких частот вращения. Угол $\alpha = 3...5^\circ$, количество кулачков 3...15.

Как и треугольная, может быть несимметричной при одностороннем направлении вращения.

Управляемая зубчатая муфта



Фрикционные (асинхронные) муфты

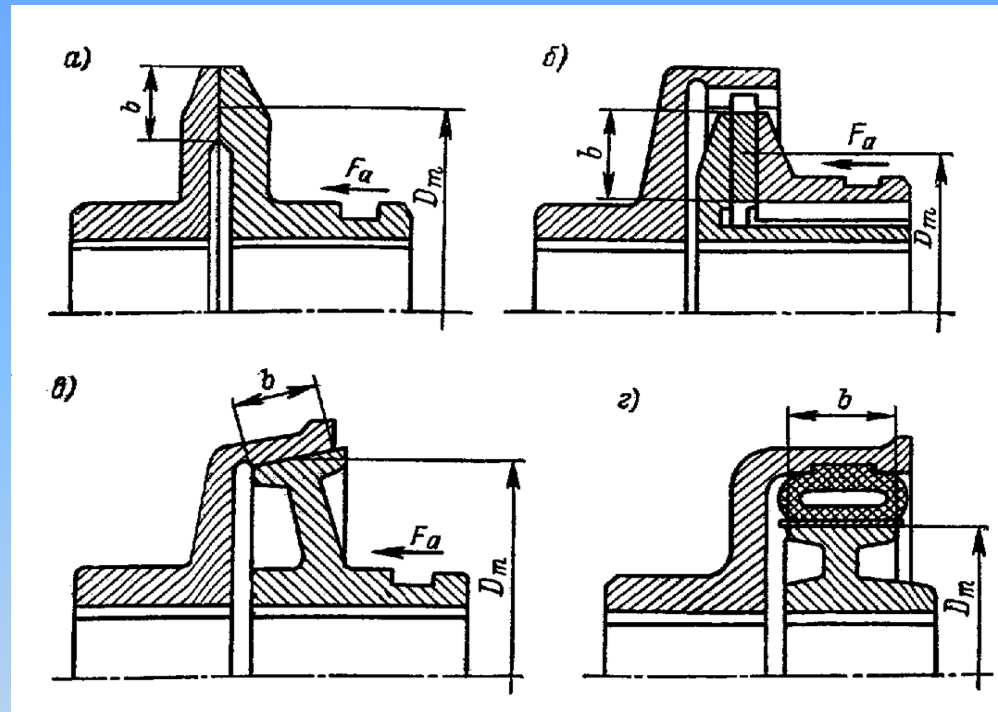
Бывают нормально включенные и нормально выключенные.

Достоинства:

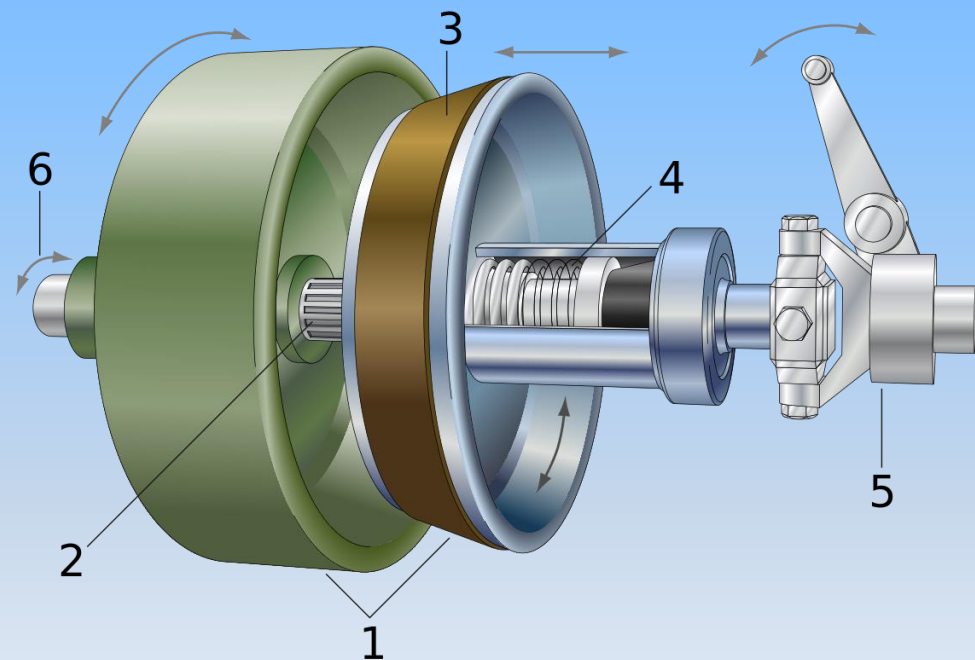
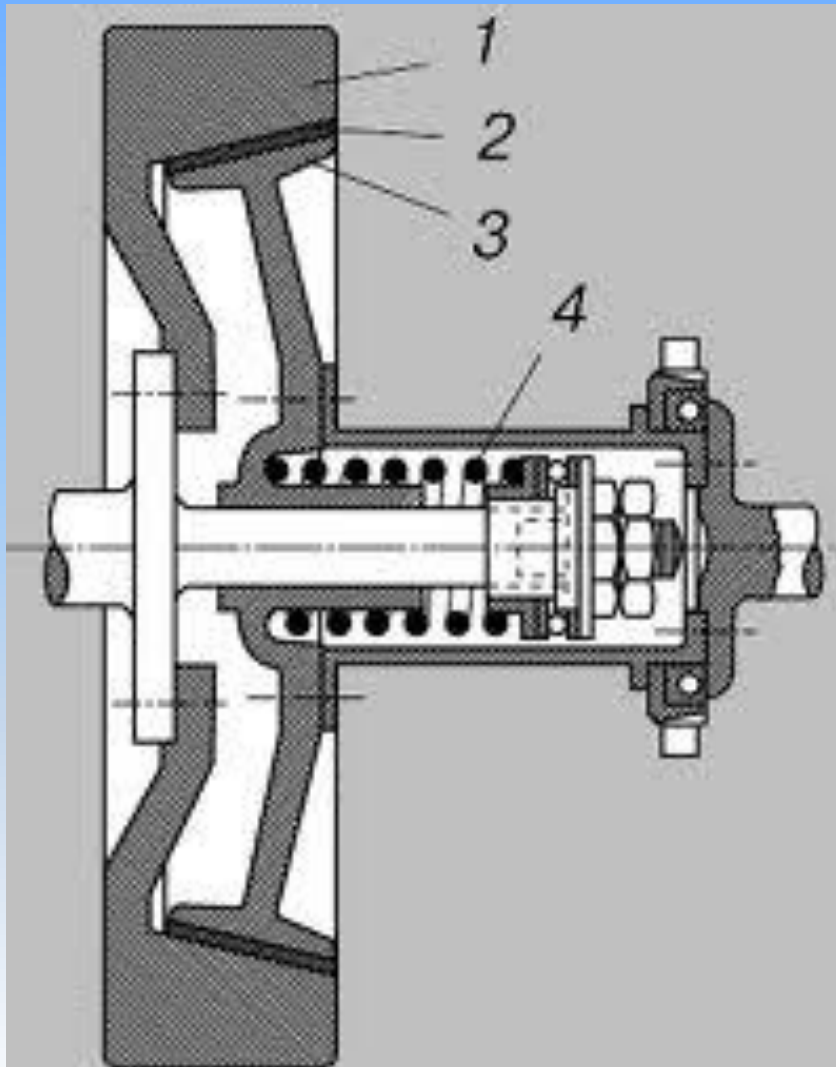
1. Плавное включение-выключение.
2. Может работать как предохранительная.

Недостатки:

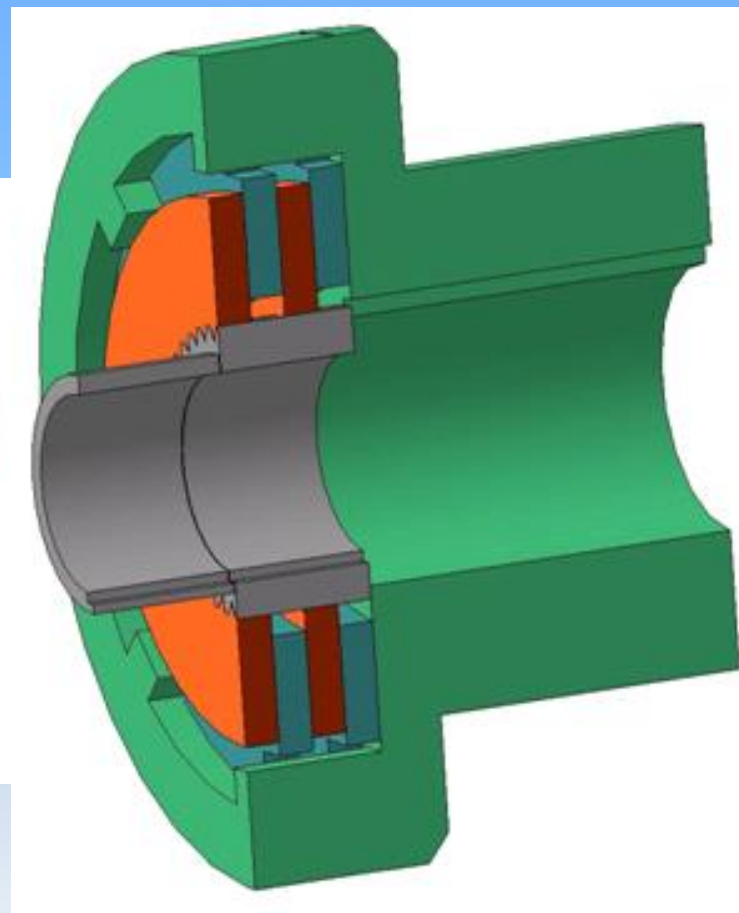
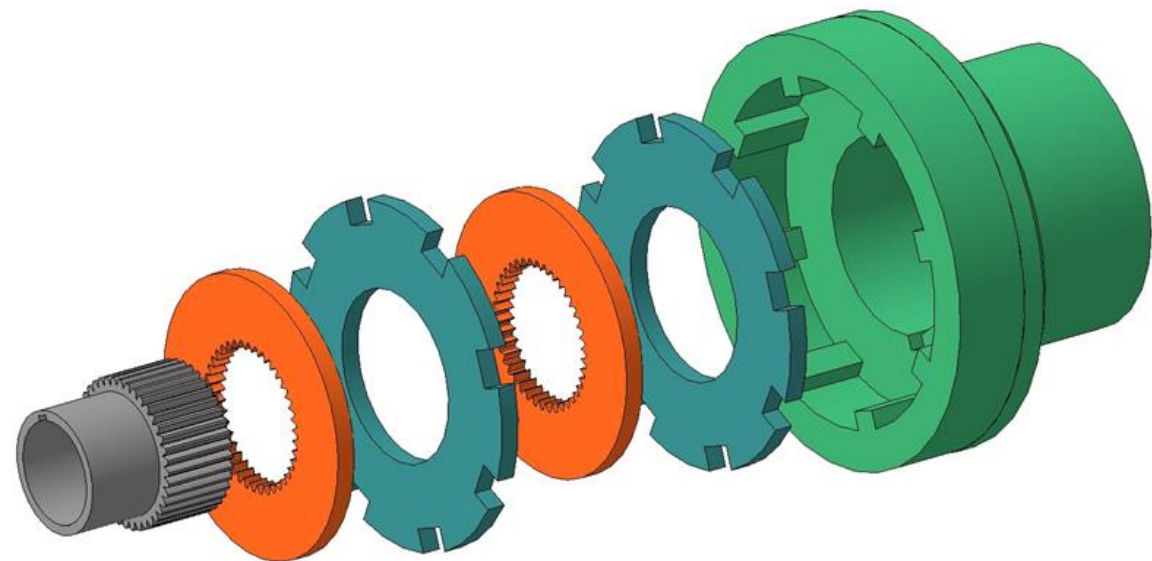
1. Меньший передаваемый момент при тех же габаритах.
2. Повышенный износ рабочих поверхностей.



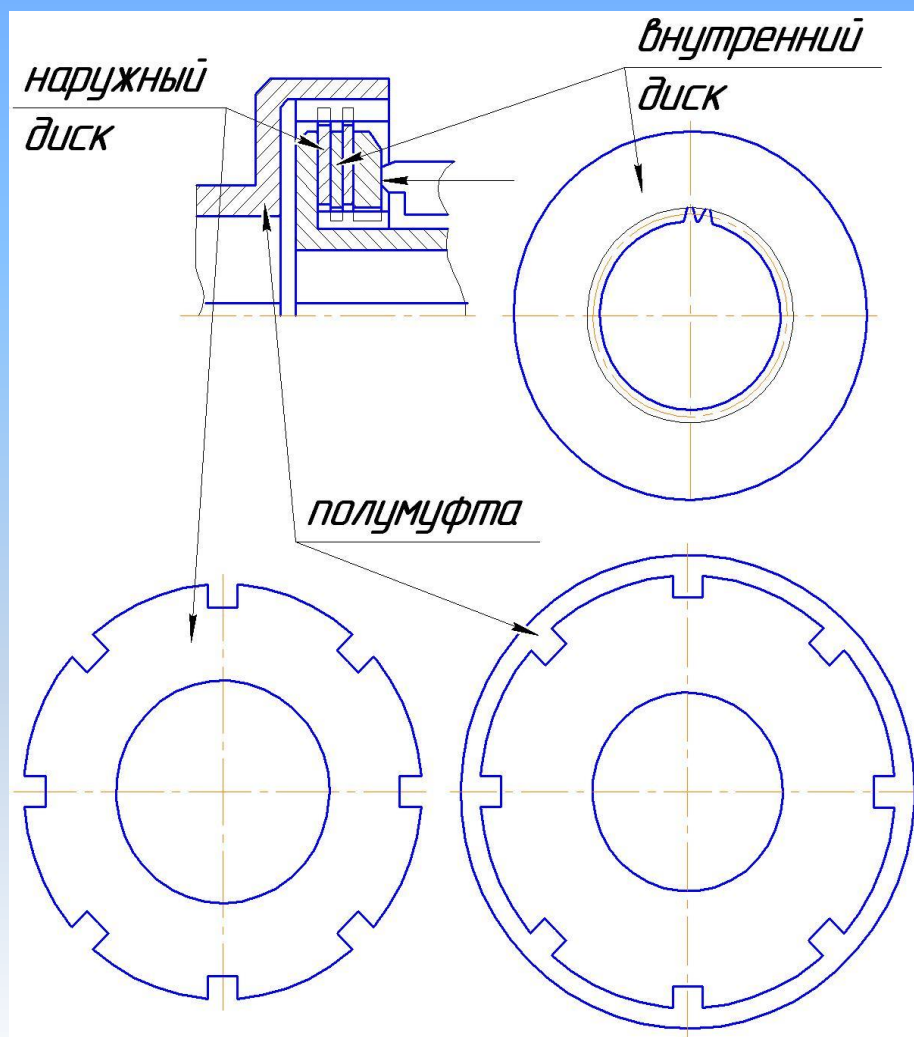
Управляемая фрикционная конусная муфта



Управляемая фрикционная многодисковая муфта



Управляемая фрикционная многодисковая муфта



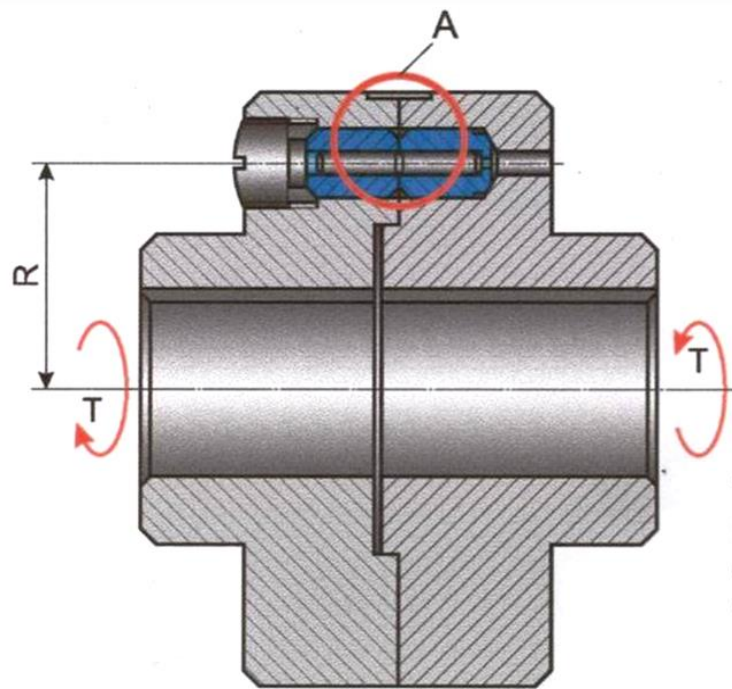
Самодействующие муфты

Самодействующими называются муфты, автоматически выполняющие одну из следующих функций:

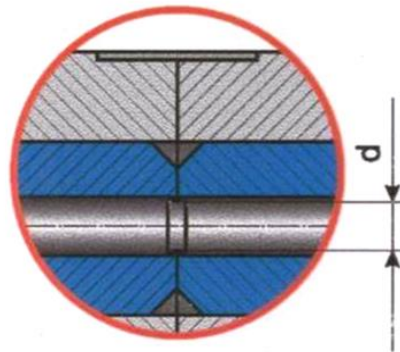
1. Ограничение передаваемой нагрузки (предохранительные муфты).
2. Передача момента только в одном направлении (обгонные муфты).
3. Включение и выключение передачи при заданной скорости (центробежные муфты).

Предохранительная с разрушаемым элементом

Когда вращающий момент достигает предельного значения, штифт разрушается и связь прерывается. Для восстановления передачи момента требуется замена разрушенного элемента.



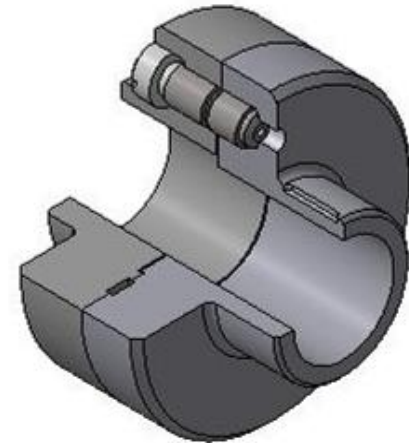
А (Увеличено)



T - вращающий момент, передаваемый муфтой, Н·м;
R - радиус расположения штифта, мм;
d - диаметр штифта, мм;
 τ_b - предел прочности материала штифта на срез, МПа.

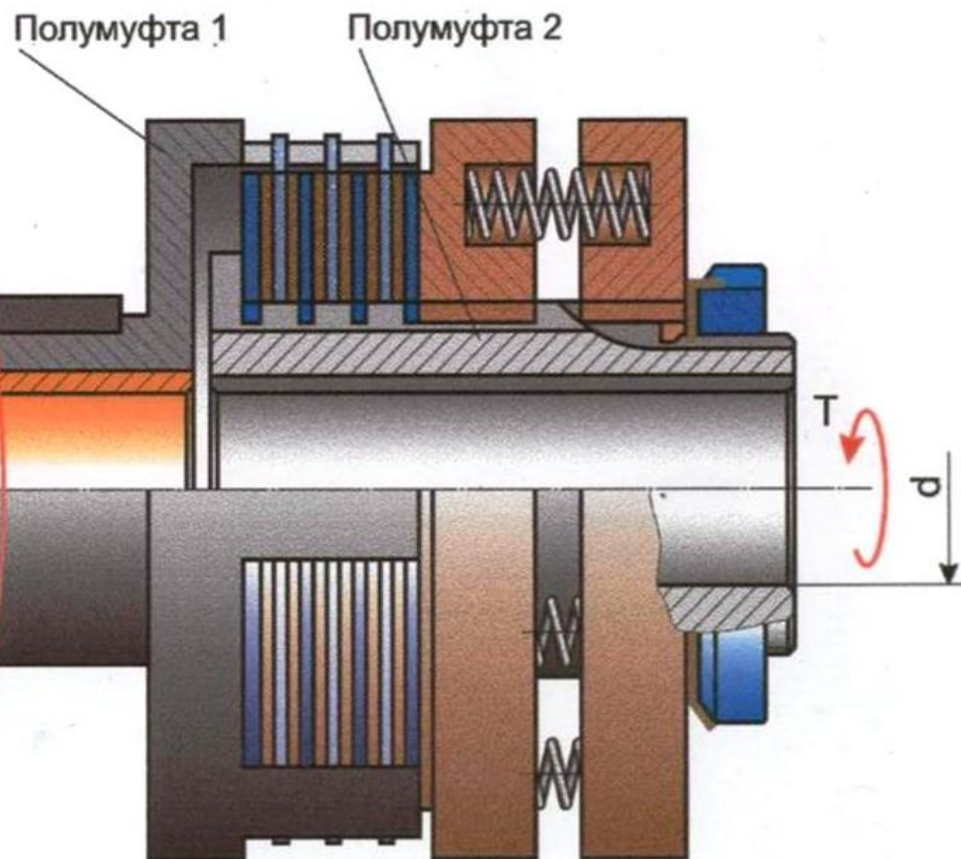
Диаметр штифта из расчета на срез:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 10^3 \cdot T}{\pi \cdot R \cdot \tau_b}} .$$



Предохранительная фрикционная муфта

Когда вращающий момент достигает предельного значения, диски пробуксовывают и связь прерывается. После уменьшения момента связь восстанавливается.

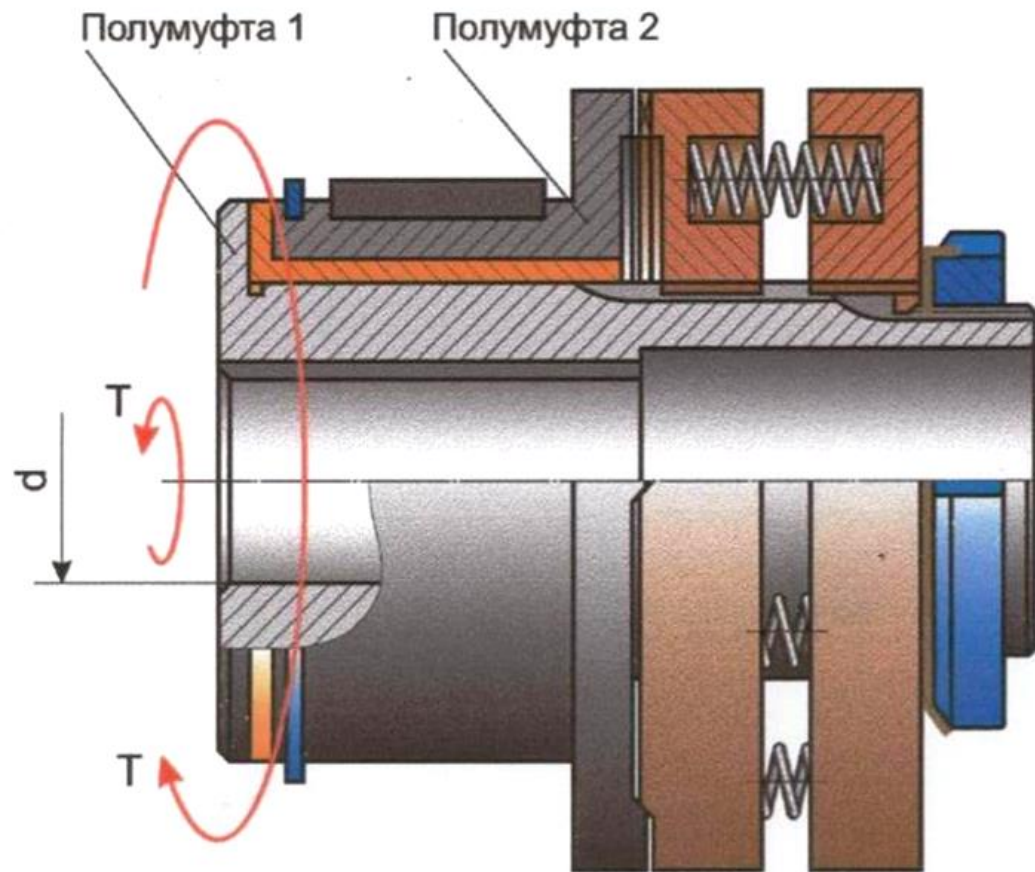


Муфты стандартизованы в диапазоне диаметров валов $d = 9...48$ мм и вращающих моментов $T = 6,3...400$ Н·м.

Исполнения по посадочной поверхности:

- 1 - со шпоночным соединением;
- 2 - с прямобочными шлицами;
- 3 - с эвольвентными шлицами.

Предохранительная кулачковая муфта

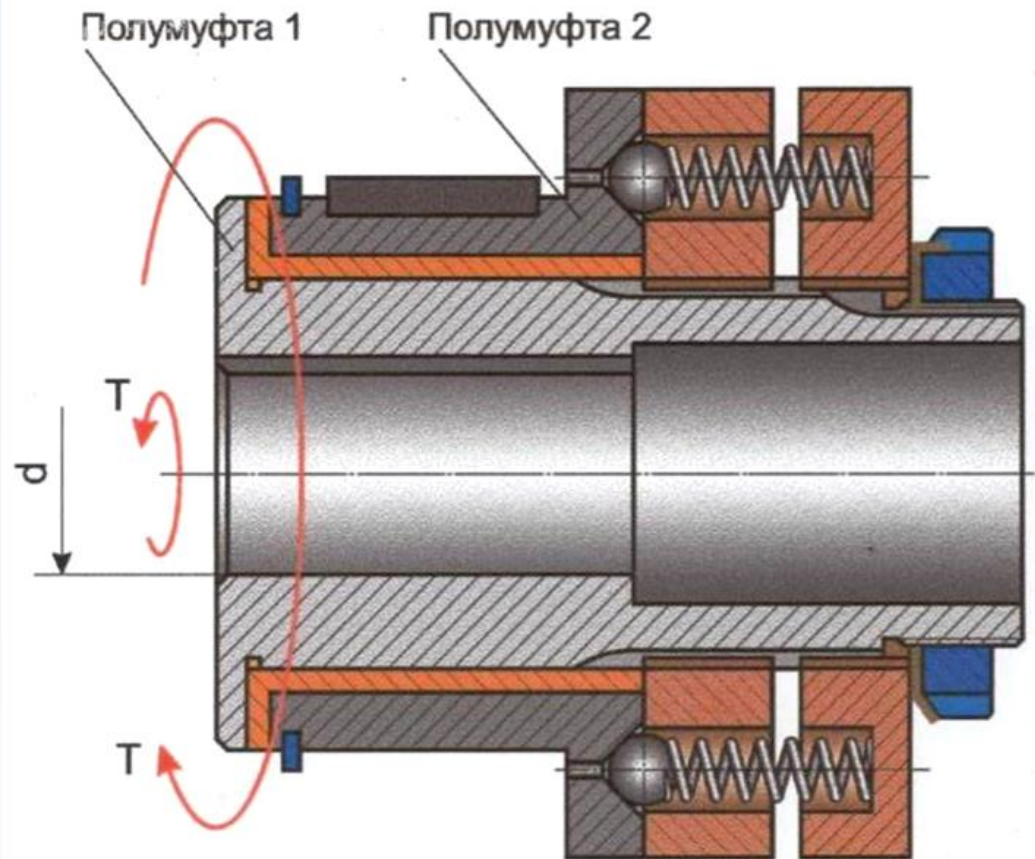


Муфты стандартизованы в диапазоне диаметров валов $d = 8 \dots 48$ мм и вращающих моментов $T = 4 \dots 400$ Н·м.

Исполнения по посадочной поверхности:

- 1 - со шпоночным соединением;
- 2 - с прямобочными шлицами;
- 3 - с эвольвентными шлицами.

Предохранительная шариковая муфта



Муфты стандартизованы в диапазоне диаметров валов $d = 8 \dots 48$ мм и вращающих моментов $T = 4 \dots 400$ Н·м.

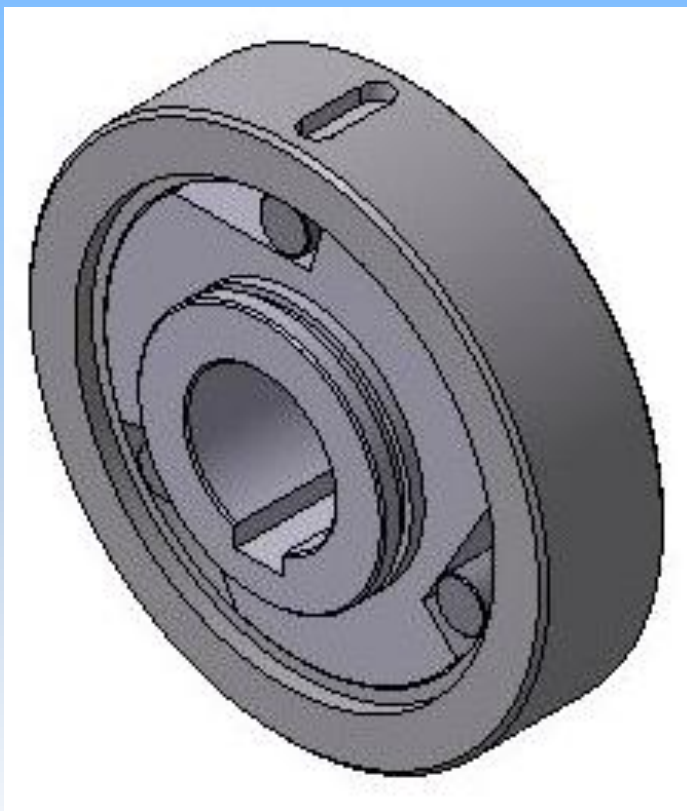
Исполнения по посадочной поверхности:

- 1 - со шпоночным соединением;
- 2 - с прямобоковыми шлицами;
- 3 - с эвольвентными шлицами.

Фрикционная обгонная муфта

Разрывает кинематическую связь при достижении ведомым валом скорости вращения большей, чем ведущего.

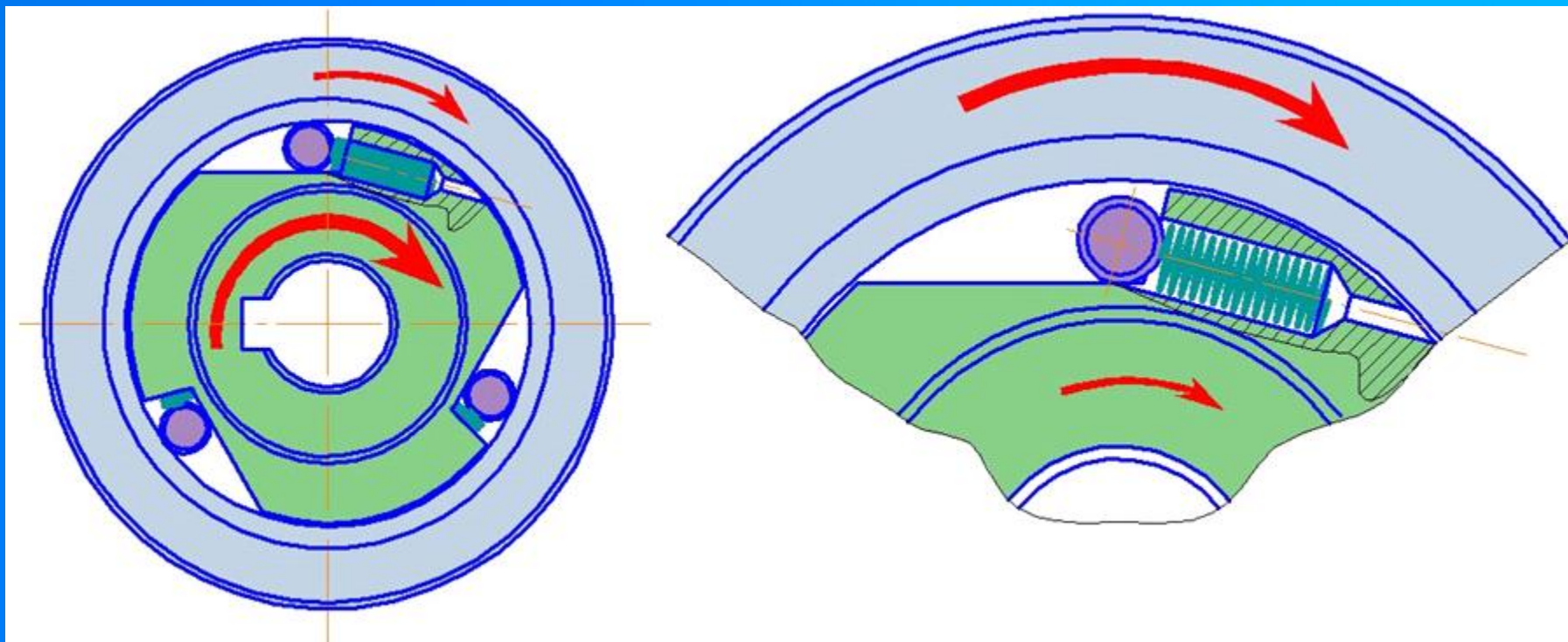
Чаще всего используют в стартерах и в режиме авторотации на вертолѣтах.



Фрикционная обгонная муфта

При вращении по часовой стрелке вращающий момент передают ролики, зажатые в клиновом зазоре между ведущим и ведомым дисками.

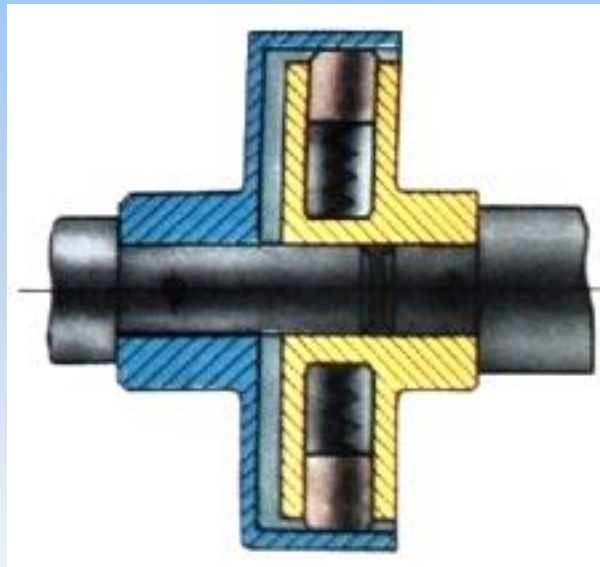
При вращении в обратном направлении или скорости ведомого вала больше скорости ведущего ролики выходят из клина и связь прерывается.



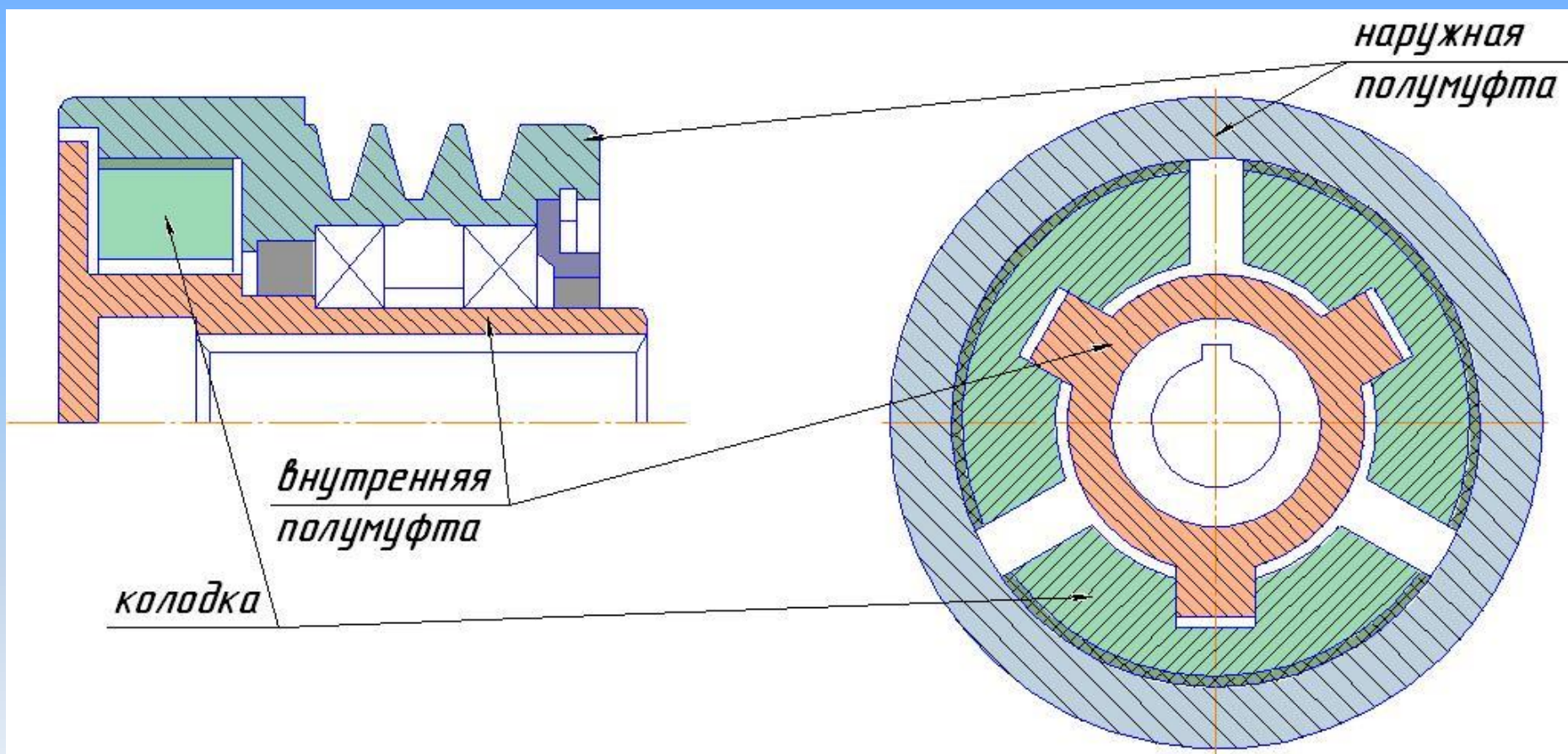
Центробежная муфта

Под действием центробежной силы F_c колодки одной полумуфты прижимаются к цилиндрической поверхности другой и приводят её во вращение за счёт сил трения.

Связь прерывается при снижении частоты вращения меньше значения, определяемого пружиной.



Центробежная муфта



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

