

Министерство образования и науки Самарской области

государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение Самарской области  
«Усольский сельскохозяйственный техникум»

Дисциплина ОПД 02 Техническая механика

Курс 2 группа 21 м

Преподаватель Евдокимов В.Н [evdokimov412@yandex.ru](mailto:evdokimov412@yandex.ru)

Урок № 105-106 Дата 02.05.2020 г

**Тема: Муфты: назначение, классификация, устройство.**

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.

Применение муфт в машиностроении вызвано необходимостью:

- получения длинных валов, изготавливаемых из отдельных частей, компенсации небольших неточностей монтажа в относительном расположении соединяемых валов;
- придания валам некоторой относительной подвижности во время работы (малые смещения и перекося геометрических осей валов);
- включения и выключения отдельных узлов;
- автоматического соединения и разъединения валов в зависимости от пройденного пути, направления передачи вращения, угловой скорости, т. е. выполнения функций автоматического управления;
- уменьшение динамических нагрузок.

Современные машины состоят из ряда отдельных частей с входными и выходными концами валов, которые соединяют с помощью муфт (рис.1).

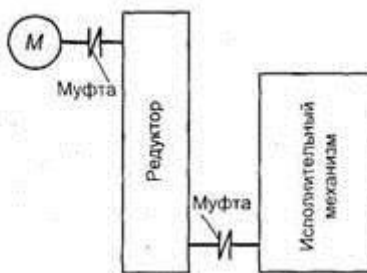


Рис. 1. Принципиальная схема машины

### *Классификация муфт.*

Многообразие конструкций муфт усложняет их классификацию. Простейшая муфта сделана из куса ниппельной трубочки и соединяет вал электромоторчика с крыльчаткой автомобильного омывателя стекла. Муфты турбокомпрессоров реактивных двигателей состоят из сотен деталей и являются сложнейшими саморегулирующимися системами.

#### Группы муфт различают по характеру соединения валов.

- Муфты механического действия:

а) жесткие (глухие) — практически не допускающие компенсации радиальных, осевых и угловых смещений валов;

б) компенсирующие — допускающие некоторую компенсацию радиальных, осевых и угловых смещений валов благодаря наличию упругих элементов (резиновых втулок, пружин и др.);

в) фрикционные — допускающие кратковременное проскальзывание при перегрузках.

- Муфты электрического (электромагнитного) действия.

- Муфты гидравлического или пневматического действия.

В электрических и гидравлических муфтах, используют принципы сцепления за счет электромагнитных и гидравлических сил. Эти муфты изучают в специальных курсах. Далее анализируются только механические муфты. Большинство применяемых муфт стандартизованы. Основной характеристикой при подборе муфт по каталогу или справочнику является передаваемый момент, учитывающий наиболее тяжелое условие ее нагружения.

#### Классы муфт различают по режиму соединения валов.

- Нерасцепляемые (постоянные, соединительные) – соединяют валы постоянно, образуют длинные валы.

- Управляемые (сцепные) – соединяют и разъединяют валы в процессе работы, например, широко известная автомобильная муфта сцепления.

- Самодействующие (самоуправляемые, автоматические) – срабатывают автоматически при заданном режиме работы (обгонные, центробежные, предохранительные).

- Предохранительные муфты, разъединяющие валы при нарушении нормальных эксплуатационных условий работы.

- Прочие.

По степени снижения динамических нагрузок муфты бывают:

- жесткие, не сглаживающие при передаче вращающего момента вибрации, толчки и удары;
- упругие, сглаживающие вибрации, толчки и удары благодаря наличию упругих элементов — пружин, резиновых втулок и др.

Виды муфт:

Механические

Электрические

Пневматические

гидравлические

Нерасцепляемые

Прочие

Самодействующие

Управляемые

Предохранительные

Жёсткие

Компенсирующие

Самоустанавливающиеся

Упругие

Неразъёмные

Разъёмные в параллельной валу плоскости

С механическим, гидравлическим, пневматическим и электрическим переключением

Центробежные Объёмные Фрикционные Храповые

Фрикционные С разрушаемым элементом

С неразрушаемым элементом

## Жёсткие (глухие) муфты

С помощью этих муфт осуществляется жесткое соединение валов. Могут быть втулочными или фланцевыми.

*Втулочная муфта* является простейшей из жестких муфт. Она представляет собой втулку 3 (рис.2), посаженную с помощью шпонок, штифтов или шлицев на выходные концы валов 1 и 2.

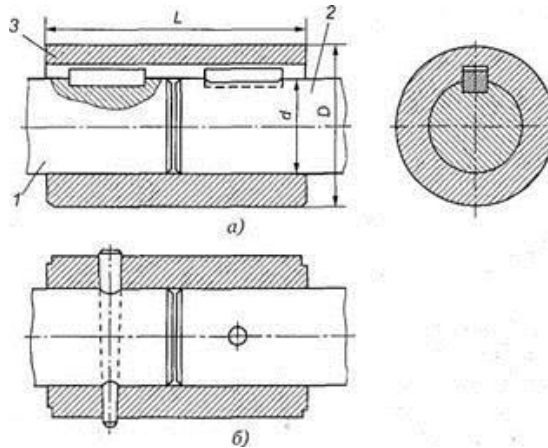


Рис.2. Втулочная муфта: а — крепление на шпонке; б — крепление штифтом

Втулочные муфты находят применение в тихоходных и неответственных конструкциях машин при диаметрах валов  $d < 70$  мм.

*Достоинство* таких муфт — простота конструкции и малые габаритные размеры; *недостатки* — 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 очень точного совмещения валов, так как эти муфты не допускают радиального или углового смещения осей валов (рис.3).

Материал для изготовления втулки — сталь 45; для муфт больших размеров — чугун СЧ25.

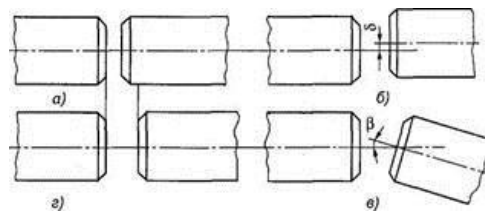


Рис.3. Возможные смещения валов

*Фланцевая муфта* состоит из двух полумуфт 1 и 2 (рис.4), соединенных болтами 4. 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. Фланцевые муфты стандартизованы в диапазоне диаметров 12...250 мм и передают моменты 8...45000 Нм. 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 (рис.4, а) или предусматривают центрующее кольцо 3 (рис.4, б).

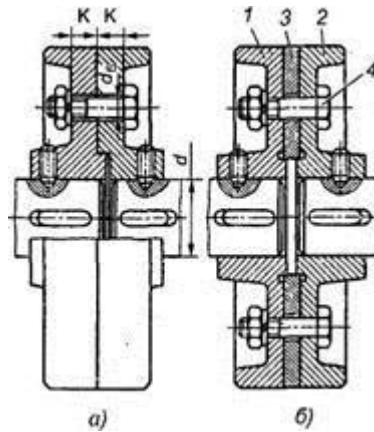


Рис.4. Фланцевые муфты: *а* - центровка за счет выступа; *б* — центровка кольцом  
 Фланцевые муфты могут передавать значительные вращающие моменты; имеют широкое распространение в машиностроении. Употребляются для валов диаметром  $d < 350$  мм. *Достоинство* этих муфт — простота конструкции и легкость монтажа; *недостаток* — необходимость точного совмещения валов и точного соблюдения перпендикулярности соприкасающихся торцовых поверхностей полумуфт к оси вала.

Материал фланцевых полумуфт — сталь 40, 35Л, чугун СЧ30 (для муфт больших размеров).

Болты, поставленные без зазора, могут обеспечивать центровку валов. При постановке болтов с зазором центровка обеспечивается выступом, который воспринимает также все поперечные нагрузки. Центрирующий выступ усложняет монтаж и демонтаж соединения, так как при этом необходимо осевое смещение валов. Для обеспечения техники безопасности выступающие части болтов закрывают буртиками 4. В тех случаях, когда муфта имеет общее ограждение, буртики не делают. Расчет на прочность выполняют для шпоночных соединений и болтов (см. расчет призматических шпонок и расчет болтовых соединений нагруженных в плоскости стыка для болтов поставленных с зазором и без зазора). Установка болтов без зазора позволяет получить муфты меньших габаритов и поэтому применяется чаще.

Наибольшее распространение из этой группы муфт получила *зубчатая муфта* (рис.4.1). Она состоит из полумуфт 1 и 2 с наружными зубьями и разъемной обоймы 3 с двумя рядами внутренних зубьев эвольвентного профиля (рис. 16.3). Муфта компенсирует радиальные, осевые и угловые смещения валов за счет боковых зазоров в зацеплении и обточки зубьев по сфере. Компенсация несоосности валов сопровождается скольжением зубьев. Для повышения износостойкости зубья подвергают термообработке, а в муфту заливают смазку.

Рис. 4.1.

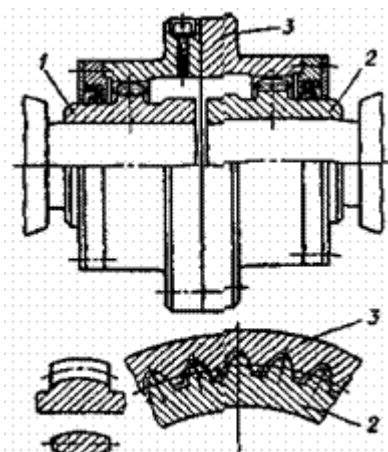


Рис. 4.1.

## Компенсирющие муфты

Конструкции этих муфт несколько сложнее, но они допускают некоторые радиальные и угловые смещения осей валов. Основное назначение этих муфт состоит в том, чтобы компенсировать вредное влияние неправильного относительного положения соединяемых валов. Однако эти муфты чувствительны к перекосам. Кроме того, при перекосах валов вследствие трения в зубьях муфта нагружает валы изгибающим моментом примерно 10% от вращающего. Компенсирющие муфты делятся на жесткие подвижные и упругие (деформируемые).

Кулачково-дисковая муфта (рис.5) состоит из двух полу муфт 1 и 2 с диаметрными пазами на торцах и промежуточного плавающего диска 3 (рис.5, а) с взаимно перпендикулярными выступами. В собранной муфте выступы диска располагаются в пазах полу муфт (рис.5, б). Трущиеся поверхности периодически смазывают пластичной смазкой (один раз в смену). Кулачково-дисковая муфта применяется для соединения тихоходных валов (до 250 об/мин). Допустимые радиальные смещения валов — до 0,04 мм, угловое — до 30'. Недостаток этих муфт — повышенная чувствительность к перекосам валов. Эти муфты предназначены главным образом для компенсации относительно параллельного смещения осей валов. Теоретически, при любом смещении передаточное отношение между валами постоянное. При вращении ведущего вала без угловых ускорений ведомый вал также будет вращаться равномерно. Полу муфты и диски рекомендуются изготавливать из стали 45Л.

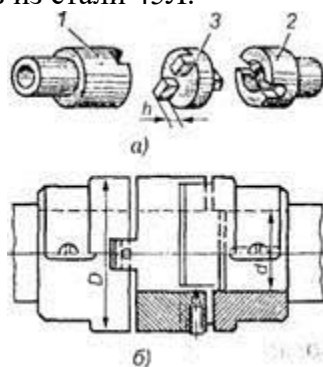


Рис.5. Кулачково-дисковая муфта: а — элементы муфты; б — в собранном виде

Зубчатая муфта (рис.6) состоит из четырех основных деталей: двух полу муфт 1 и 2 с наружными зубьями и двух обойм 3 и 4 с внутренними зубьями. Обоймы муфты соединены болтами 5. Через отверстие б заливается масло (один раз в три месяца). Зубчатые муфты компенсируют радиальные, угловые и комбинированные смещения валов (углы между полу муфтами и обоймами не должны превышать 0,5°;  $d < 560$  мм); находят широкое применение в машиностроении. Эти муфты надежны в работе, имеют малые габаритные размеры. Материал полу муфт и обойм — сталь 40 или 45Л.

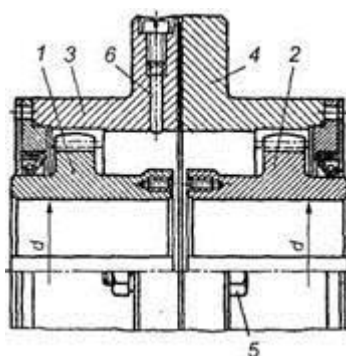


Рис.6. Зубчатая муфта: 1, 2 - полу муфты с наружными зубьями;

3, 4 — обоймы; 5 — болты; б — отверстие для подвода смазки

Упругая втулочно-пальцевая муфта (рис.7) по конструкции аналогична фланцевой муфте, вместо соединительных болтов у упругой муфты имеются стальные пальцы 1 на которые установлены эластичные (резиновые, кожаные и т. п.) втулки 2. Эластичные элементы позволяют компенсировать незначительные осевые (для малых муфт 1—5 мм; для больших муфт 2—15 мм), радиальные (0,2—0,6 мм) и угловые (до 30') смещения валов. Упругие втулочно-пальцевые муфты обладают хорошей эластичностью, высокой демпфирующей и электроизоляционной способностью, просты в изготовлении, надежны в работе. Находят широкое применение, особенно для соединения электродвигателей с исполнительными механизмами (машинами) при  $d < 150$  мм. Материал полумуфт — сталь 35, 35Л или чугун СЧ25; пальцы изготовляют из стали 45.

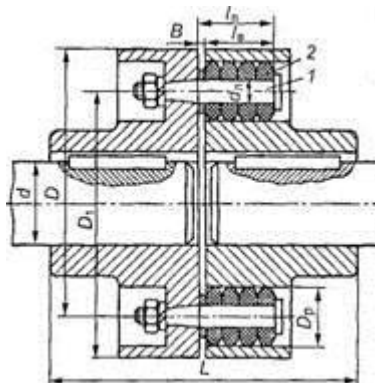


Рис. 7. Муфта упругая втулочно-пальцевая: 1 — пальцы; 2 — эластичные втулки

Несущая способность муфт резко падает с ростом перекоса валов.

Размеры муфт подбирают по таблицам в зависимости от вращающего момента, который находят по наибольшему длительно действующему моменту на ведущем валу.

### Подвижные муфты

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. (рис.8). Поэтому иногда в литературе они называются карданными муфтами, а иногда — шарнирами Гука.

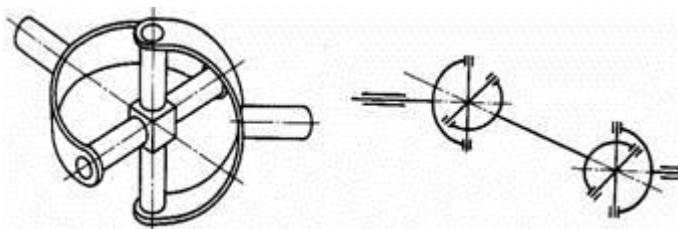


Рис.8. Шарнир Гука по идее Кардано

Шарнирные муфты соединяют валы под углом до 45°, 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 перпендикулярными осями.

Прочность карданной муфты ограничена прочностью крестовины, в особенности мест крепления пальцев крестовины в отверстиях вилок. Полонка крестовины — весьма

частый дефект, известный, практически, каждому владельцу заднеприводного автомобиля.

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

Малогабаритные шарнирные муфты (рис.9) стандартизованы в диапазоне диаметров 8...40 мм и моментов 12,5...1300 Нм. Крестовина выполнена в виде параллелепипеда. Шарнир образуется с помощью вставных осей, одна из которых длинная, а другая состоит из двух коротких втулок, стянутых заклёпкой. Конструкция весьма технологична.

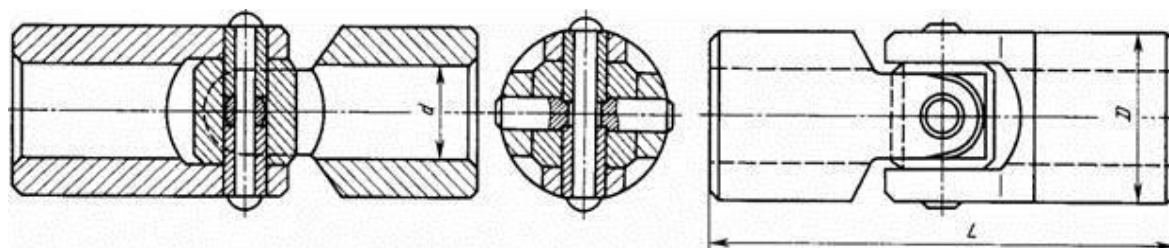


Рис.9. Малогабаритная карданная муфта

### Сцепные муфты

Эти муфты предназначены для соединения и разъединения валов. Некоторые типы сцепных муфт позволяют это делать на ходу, без остановки электродвигателя. Сцепные муфты иногда называют *управляемыми*. По принципу работы различают кулачковые и фрикционные сцепные муфты.

*Кулачковые муфты* (см. рис.10) состоят из двух полумуфт 1 и 2, имеющих кулачки на торцовых поверхностях. Включение муфты осуществляется за счет полумуфты 2, которая может передвигаться вдоль вала по направляющей шпонке или по шлицам.

Во избежание повреждений кулачков включение муфты на ходу допускается без нагрузки при весьма малой разности угловых скоростей валов. Выключение допускается на ходу. *Достоинство* кулачковых муфт — простота конструкции и малые габаритные размеры; *недостаток* — невозможность, как правило, включения на ходу. Рекомендуемый материал кулачковых полумуфт — легированная сталь 20Х или 20ХН (с цементацией и закалкой).

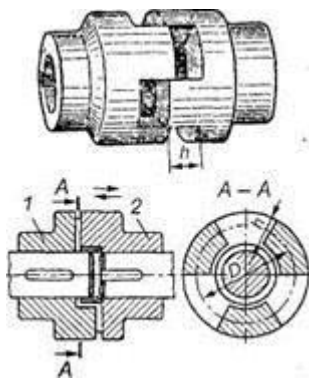


Рис.10. Кулачковая муфта: 1,2—полумуфты

*Фрикционные муфты* (рис.11) в отличие от кулачковых, допускают включение на



ходу под нагрузкой. Фрикционные муфты передают вращающий момент за счет сил трения. Фрикционные муфты допускают плавное сцепление при любой скорости, что успешно используется, например, в конструкции автомобильного сцепления. Кроме того, *фрикционная муфта не может передать через себя момент больший, чем момент сил трения*, поскольку начинается проскальзывание контактирующих фрикционных элементов, поэтому фрикционные муфты являются эффективными неразрушающимися предохранителями для защиты машины от динамических перегрузок.

По конструкции фрикционные муфты делят на: *дисковые*, в которых трение происходит по торцевым поверхностям дисков (одно- и многодисковые) (см. рис.13, а); *конусные*, в которых рабочие поверхности имеют коническую форму (рис.13.10, б); *цилиндрические* имеющие цилиндрическую поверхность контакта (колодочные, ленточные и т.д.) (рис.13.10, в). Наибольшее распространение получили *дисковые* муфты.

Фрикционные муфты работают без смазочного материала (сухие муфты) и со смазочным материалом (масляные муфты). Последние применяют в ответственных конструкциях машин при передаче больших моментов. Смазывание уменьшает изнашивание рабочих поверхностей, но усложняет конструкцию муфты.

Материал для фрикционных муфт — конструкционные стали, чугун СЧ30. Фрикционные материалы (прессованную асбесто-проволочную ткань — ферродо, фрикционную пластмассу, порошковые материалы и др.) применяют в виде накладок.

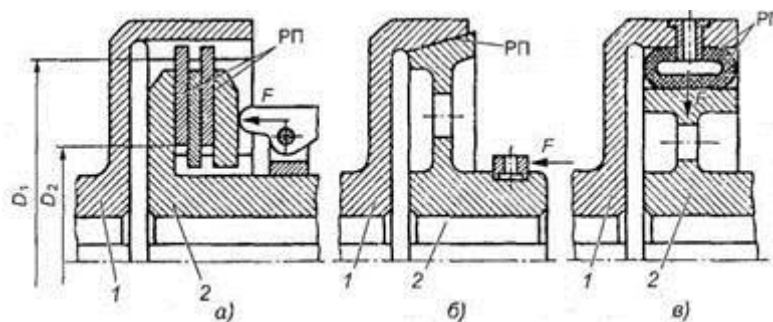


Рис. 11. Фрикционные муфты: а — дисковая; б — конусная; в — цилиндрическая

Главной особенностью работы фрикционных муфт является сжатие поверхностей трения. Отсюда ясно, что такие муфты рассчитываются на прочность по контактному давлению (аналогично напряжениям смятия). Для каждой конструкции необходимо вычислить сжимающую силу и разделить её на площадь контакта. Расчётное контактное давление не должно быть больше допускаемого для данного материала.

### **Предохранительные муфты**

*Эти муфты допускают ограничение передаваемого вращающего момента, что предохраняет машины от поломок при перегрузках.*

Наибольшее распространение получили предохранительные кулачковые, шариковые и фрикционные муфты (рис.12).

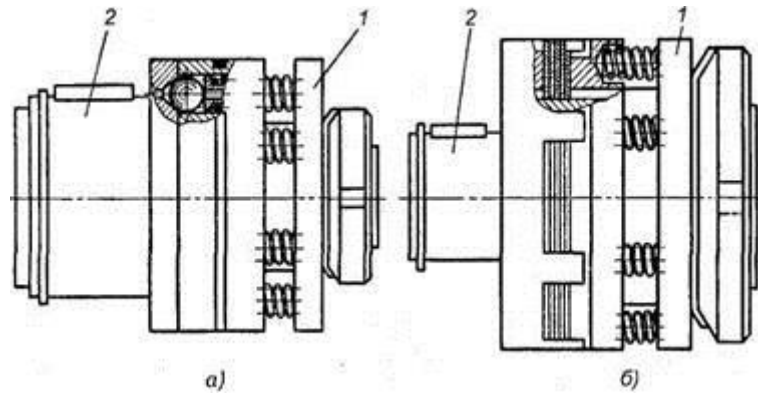


Рис.12. Предохранительные муфты

От сцепных и других муфт они отличаются отсутствием механизма включения. Предохранительные кулачковые и шариковые (рис.12, *а*) муфты постоянно замкнуты, а при перегрузках кулачки или шарики полумуфты *1* выдавливаются из впадин полумуфты *2*, и муфта размыкается. Иначе работает предохранительная фрикционная муфта (рис.12, *б*). При перегрузке за счет проскальзывания происходит пробуксовывание этой муфты (останавливается ведомый вал).

Рассмотренные на рис.12 предохранительные муфты применяют при частых перегрузках.

### **Список использованных источников**

1. Куклин Н.Г., Куклина Г.С. Детали машин. 3-е изд.: Высш. Шк., 1984.- 255 с., ил.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т. Т. 2. - 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1980. – 559с.
3. <http://ifio.npi-tu.ru/>

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Что называют муфтой?
2. Перечислите основные виды муфт
3. Назначение предохранительных муфт
4. Что обеспечивают самоуправляемые муфты