

МУФТЫ

Для обеспечения кинематической и силовой связи валы узлов соединяют *муфтами* (рис. 1).

Муфта - устройство для соединения концов валов или для соединения валов со свободно сидящими на них деталями (зубчатые колеса, звездочки и т. д.).

Назначение муфт – *передача вращающего момента без изменения его величины и направления.*

Дополнительная функция муфт - *поглощение вибраций и толчков, предохранение машин от аварий при перегрузках, а также включение и выключение рабочего механизма машины без останова двигателя.* Многообразие требований, предъявляемых к муфтам, и различные условия их работы обусловили создание большого количества конструкций муфт, которые классифицируют по различным признакам на группы.

По принципу действия: **постоянные муфты**, осуществляющие постоянное соединение валов между собой; **сцепные муфты**, допускающие во время работы сцепление и расцепление валов.

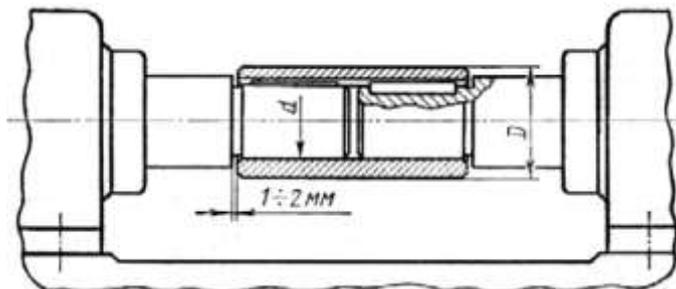


Рисунок 1 - Втулочная муфта

По характеру работы: **жесткие муфты**, передающие вместе с вращающим моментом вибрации, толчки и удары; **упругие муфты**, амортизирующие вибрации, толчки и удары при передаче вращающего момента благодаря наличию упругих элементов – различных пружин, резиновых втулок и др.

Находят применение также **комбинированные муфты**, которые представляют сочетание различных муфт в одной конструкции. Применяются, когда ни одна отдельно взятая муфта из любой группы, не может обеспечить требуемого характера соединения валов.

Основной характеристикой муфт является передаваемый вращающий момент M . Муфты подбирают по ГОСТу или ведомственным нормам по большему диаметру соединяемых валов и расчетному моменту

$$M_{расч} = K \cdot M,$$

где K – коэффициент режима работы муфты.

Для приводов от электродвигателя коэффициент K принимают в зависимости от нагрузки: спокойная нагрузка – $K = 1,1 - 1,2$; переменная – $K = 1,9 - 2,5$; ударная – $K = 2,5 - 4,8$.

Муфты каждого размера выполняют для некоторого диапазона диаметров вала, которые могут быть различными при одном и том же вращающем моменте по причине разных материалов и различных изгибающих моментов.

Наиболее слабые звенья выбранной муфты проверяют на прочность по расчетному моменту $M_{расч}$.

Постоянные муфты

Постоянные муфты делятся на **глухие** и **компенсирующие**.

Глухие муфты соединяют соосные валы в одну жесткую линию. Применяются в **тихоходных** приводах. Из различных видов глухих муфт наибольшее распространение получили **втулочная** и **фланцевая** муфты.

Втулочная муфта представляет втулку (рис.2), закрепленную на валах при помощи шпонок или шлицев. Применяется для передачи **небольших вращающих моментов**. Имеет простую конструкцию, малые габариты и низкую стоимость. Недостатком муфты является неудобный монтаж и демонтаж, связанные с осевым смещением валов или муфты вдоль вала.

Материал втулки - сталь 45.

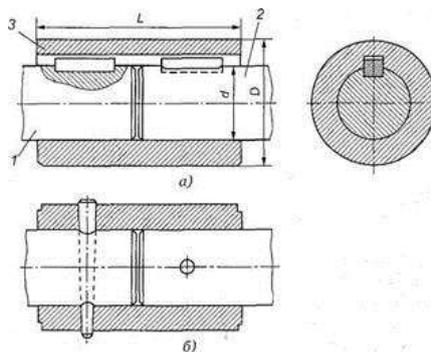


Рисунок 2 - Втулочная муфта: а — крепление на шпонке; б — крепление штифтом

Втулочную муфту выбирают по нормам машиностроения МН 1067 – 60 ÷ 1069 – 60. Прочность втулки проверяют на кручение по формуле

$$\tau_k = \frac{M_{расч}}{W_k} = \frac{M_{расч}D}{0.2(D^4 - d^4)} \leq [\tau_k],$$

где d и D – размеры муфты $[\tau_k] = 22 \div 25 \text{ Н/мм}^2$ – допускаемое напряжение на кручение для стали 45.

Фланцевая муфта состоит из двух полумуфт с фланцами, стянутыми болтами (рис. 3), причем

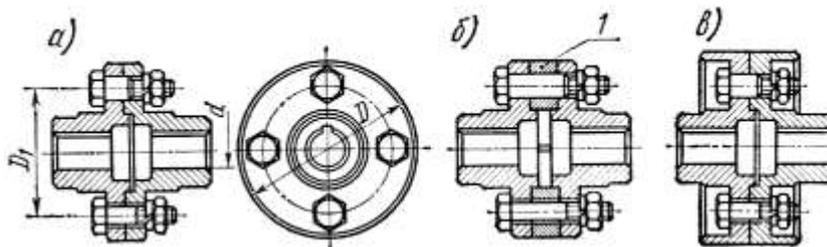


Рисунок 3 - Фланцевая муфта

половина болтов установлена с зазором, а другая – точно пригнана к отверстиям из-под развертки. Для центрирования валов па одном фланце делается выступ, на другом - расточка. Такой способ центрирования требует осевого смещения одного из валов при монтаже и демонтаже муфты. Этот недостаток устраняют применением центрирующих разъемных промежуточных полуколец 1 (рис. 3, б), которые закладывают между фланцами полумуфт. Фланцевые муфты изготавливают открытыми без защитного обода (рис. 3, а и б) и закрытыми с защитным ободом (рис. 3, в), закрывающими крепежные болты и гайки. *Защитный обод полумуфт может быть использован в качестве тормозного барабана привода.* Посадка полумуфт на валы выполняется с гарантированным натягом, но передача момента осуществляется шпонками.

Фланцевые муфты просты по конструкции, надежны в работе, могут передавать большие моменты. Они широко распространены в машиностроении. Материал полумуфт – сталь 40 или сталь 35Л, допускается также чугун СЧ 21-40.

Компенсирующие муфты предназначены для соединения валов с компенсацией радиальных, осевых и угловых смещений вследствие погрешности изготовления и монтажа (рис. 4).

Компенсирующие муфты делятся на жесткие и упругие. В жестких муфтах компенсация несоосности валов достигается за счет подвижности жестких деталей муфты, а в упругих – за счет деформации упругих деталей муфты.

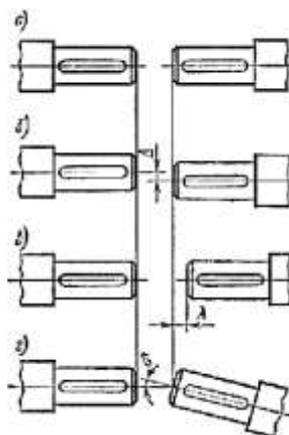


Рисунок 4 - Отклонение от соосного расположения валов: а - соосное расположение валов, б - радиальное смещение валов на величину Δ , в - осевое смещение

Из жестких муфт наибольшее распространение получили зубчатые, кулачково-дисковые и шарнирные; из упругих – пружинные и втулочно-пальцевые.

Зубчатая муфта состоит из двух обойм с внутренними зубьями эвольвентного профиля, которые зацепляются с зубьями втулок, насаживаемых на концы валов (рис. 5). Обоймы соединены между собой болтами, поставленными в отверстия без зазора. Втулки и обоймы изготавливают из стали 40 или стали 45Л.

Зубчатые муфты компенсируют радиальные, осевые и угловые смещения валов за счет боковых зазоров в зацеплении и обточки зубьев втулок по сфере. Компенсация несоосности валов сопровождается скольжением зубьев. Для повышения износостойкости зубья подвергают термообработке, а муфту заливают маслом большой вязкости, которое меняют через каждые 3 месяца. Потери в муфте оцениваются КПД $\eta = 0,985 - 0,995$.

Вследствие трения между зубьями эта муфта оказывает изгибающее действие на валы с моментом изгиба $M_{из} = 0,1 \cdot M$, где M – вращающий момент, передаваемый муфтой. *Зубчатые муфты широко применяются для соединения горизонтальных тяжело нагруженных валов диаметром $d = 40 \div 560$ мм при окружных скоростях до 25 м/с. Эти муфты надежны в работе, имеют малые габариты. При работе зубья испытывают переменные контактные напряжения и напряжения изгиба, что затрудняет их точный расчет. Поэтому согласно ГОСТ зубчатые муфты подбирают по наибольшему диаметру концов соединяемых валов и проверяют по формуле*

$$M_{ГОСТ} \geq K_1 K_2 M$$

где $M_{ГОСТ}$ – максимальный вращающий момент муфты; K_1 – коэффициент безопасности. Если поломка муфты может вызвать

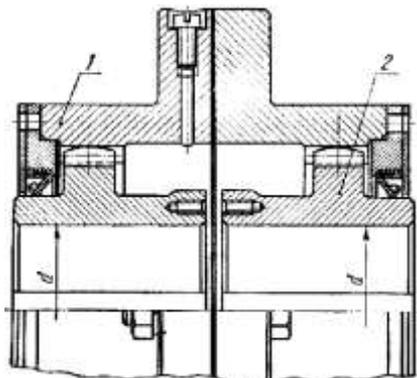


Рисунок 5 - Зубчатая муфта:
1- обойма, 2- втулка

остановку машины, то $K_1 = 1$, аварию машины – $K_1 = 1,2$; человеческие жертвы – $K_1 = 1,8$; K_2 – коэффициент условий работы машины. При спокойной работе $K_2 = 1$; при переменной работе $K_2 = 1,2$; при тяжелой работе с толчками $K_2 = 1,5$. Кратковременные пиковые моменты не должны превышать двукратной величины $M_{ГОСТ}$.

Кулачково-дисковая муфта состоит из двух полумуфт с диаметрными пазми на торцах (рис. б), в которые входят взаимно перпендикулярные кулачки промежуточного плавающего диска.

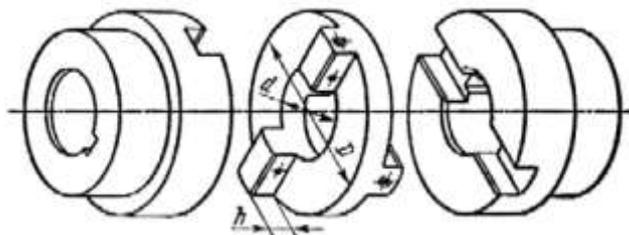


Рисунок 6 - Кулачково-дисковая муфта

При передаче движения между несоосными валами кулачки диска скользят в пазах полумуфт. Через специальные отверстия в диске к трущимся поверхностям подводится смазка, которая добавляется не реже одного раза в смену.

Потери на трение в муфте оцениваются к.п.д. $\eta = 0,97 - 0,98$. Полумуфты и диск изготовляют из стали 45Л. Для повышения износостойкости рабочие поверхности пазов и кулачков подвергают поверхностной закалке.

Кулачково-дисковая муфта применяется для соединения тихоходных валов с повышенным радиальным смещением осей $\Delta \leq 0,04d$, где d – диаметр вала. Вследствие боковых зазоров эта муфта допускает угловое смещение валов $\sigma \leq 0^\circ 30'$. Муфту подбирают по крутящему моменту и проверяют на износостойкость поверхностей трения по давлению p .

Усилие, передаваемое одним кулачком

$$P = \frac{1}{2} p \frac{D-d}{2} h = p \frac{D-d}{4} h,$$

где p – максимальное давление.

Расчетный момент, передаваемый муфтой,

$$M_{расч} = P \cdot 2a = p \frac{D-d}{4} h \cdot 2 \left(\frac{d}{2} + \frac{D-p}{3} \right),$$

где $a = \frac{d}{2} + \frac{2}{3} \cdot \frac{D-d}{2} = \frac{d}{2} + \frac{D-d}{3}$.

Откуда условие износостойкости муфты

$$p = \frac{12M_{расч}}{(2D+d)(D-d)h} \leq [p]$$

где D , d и h – размеры муфты (см. рисунок б); $[p] = 15 \div 30 \text{ Н/мм}^2$ – допускаемое давление для муфт с закаленными поверхностями трения в зависимости от условий работы.

Шарнирная муфта применяется для соединения валов, оси которых пересекаются под углом $\sigma \leq 45^\circ$ (рис. 7). Состоит из двух вилок и крестовины. При постоянной угловой скорости ведущего вала ω_1 одна шарнирная муфта передает вращение ведомому валу с переменной угловой скоростью ω_2 в течение одного оборота, причем с увеличением угла σ неравномерность вращения ведомого вала возрастает. Чтобы ликвидировать этот недостаток применяют сдвоенную шарнирную муфту (рис. 8.) у которой, обе вилки промежуточного вала лежат в одной плоскости, а оси соединяемых валов имеют одинаковые

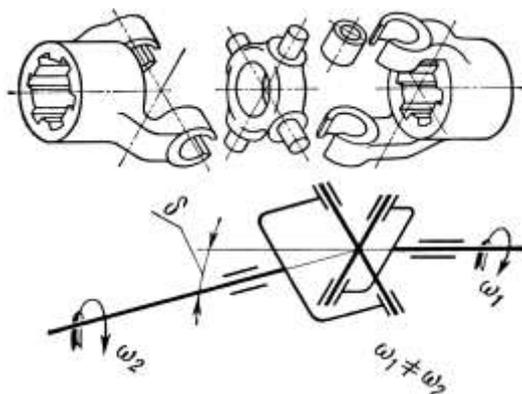


Рисунок 7 - Шарнирная одинарная муфта

угловые смещения $\sigma/2$ с осью промежуточного вала. Для осевого смещения валов во время работы применяют телескопический промежуточный вал, т. е. вал изменяющейся длины. Вилки и крестовину муфты изготавливают из хромистых сталей 20Х и 40Х с закалкой трущихся поверхностей шарниров. Во время работы муфту смазывают консистентной смазкой не реже одного раза в смену. Шарнирные муфты широко применяют в машиностроении для передачи движения между узлами машины, имеющими относительную подвижность. Малогабаритные шарнирные муфты стандартизованы для валов диаметром $d = 10 \div 40$ мм. Выбранную стандартную муфту проверяют по условию

$$M_{расч} \leq M_{ГОСТ} \cos \delta$$

где $M_{ГОСТ}$ – допускаемый вращающий момент для муфты при $\delta = 0$.

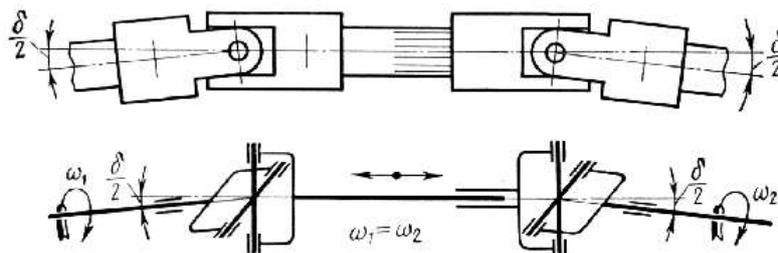


Рисунок 8 - Шарнирная сдвоенная муфта

Проверочный расчет на прочность деталей муфты ведут методами сопротивления материалов.

Из большого числа различных муфт с металлическими упругими элементами наиболее совершенной является **муфта со змеевидной пружиной** (рис. 9). Она состоит из двух полумуфт с зубьями специального очертания, между которыми свободно заложены секции ленточной змеевидной пружины прямоугольного сечения. Кожух, состоящий из двух половин, удерживает пружин от выскакивания под действием центробежной силы и служит резервуаром для консистентной смазки, которую меняют через каждые 4 месяца.

Материал полумуфт – сталь 45 или 45Л, материал пружин – сталь 65Г. Кожух отливают из чугуна СЧ12-28.

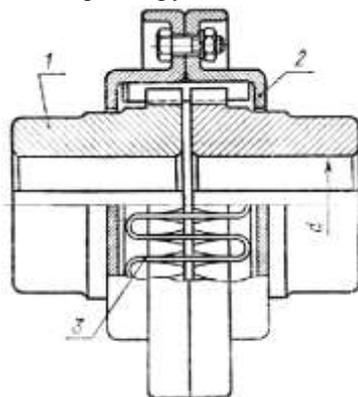


Рисунок 9 - Муфта со змеевидной пружиной 1- полумуфта; 2- кожух; 3- пружина

Муфта со змеевидной пружиной достаточно податлива. В зависимости от размеров она допускает комбинированное смещение валов: радиальное $\Delta = 0.5 \div 3$ мм, осевое $\lambda = 4 \div 20$ мм и угловое $\sigma \leq 1^\circ 12'$.

Муфта надежна в работе, имеет малые размеры и долговечна. Применяется при передаче больших вращающих моментов.

Размеры муфты принимают по нормальям станкостроения. Змеевидную пружину проверяют на изгиб методами

сопротивления материалов, рассматривая прямолинейную часть пружины как балку, защемленную с двух сторон. Зуб муфты проверяют на изгиб как консольную балку.

Муфта упругая втулочно-пальцевая (МУВП) является наиболее распространенной муфтой с неметаллическими упругими элементами – резиной; обладает хорошей эластичностью, высокой демпфирующей и электроизоляционной способностью.

Муфта МУВП состоит из двух дисковых полумуфт (рис. 10), в одной из которых в конических отверстиях закреплены соединительные пальцы с надетыми гофрированными резиновыми втулками. Материал полумуфт - чугун СЧ 21-40, сталь 35 или 35Л. Материал пальцев - сталь 45.

Вследствие небольшой толщины резиновых втулок муфта обладает малой податливостью, компенсируя незначительные смещения валов. Радиальное и угловое смещения валов снижают долговечность резиновых втулок, нагружая валы дополнительной изгибающей силой.

Муфта МУВП широко применяется для соединения машин с электродвигателями при передаче малых и средних вращающих моментов. Она проста в изготовлении и надежна в работе. Наружная поверхность полумуфт может использоваться в качестве тормозного барабана. Муфту подбирают по крутящему моменту в диапазоне диаметров валов $d = 16 \div 150$ мм.

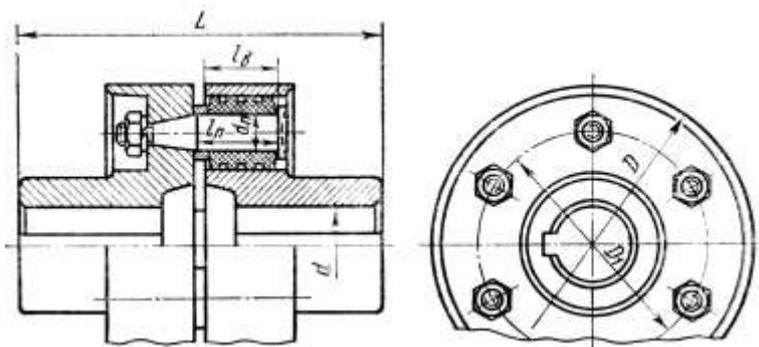


Рисунок 10 - Муфта упругая втулочно-пальцевая (МУВП)

Пальцы муфты проверяют по условию прочности на как консольные балки:

$$\sigma_{II} = \frac{M_{II}}{W} = \frac{M_{расч} l_{II}}{0.1 d_{II}^3 D_1 z} \leq [\sigma]_{II},$$

где $M_{II} = \frac{P_{расч} l_{II}}{2z} = \frac{M_{расч} l_{II}}{D_1 z}$,

$[\sigma_{II}] = 80 \div 90$ Н/мм² - допускаемое напряжение изгиба для пальцев из стали 45.

Резиновые втулки проверяют на смятие:

$$\sigma_{см} = \frac{P_{расч}}{d_n l_g} = \frac{2M_{расч}}{D_1 z d_n l_g} \leq [\sigma_{см}]$$

где l_g – длина резиновой втулки; $[\sigma_{см}] \approx 2$ Н/мм² - допускаемое напряжение на смятие для резины.

Сцепные муфты

Сцепные муфты служат для быстрого соединения и разъединения валов при работающем двигателе. Применяются при строгой соосности валов. Все сцепные муфты должны легко и быстро включаться при незначительном усилии, а также иметь малый нагрев и износ при частых переключениях.

По способу включения сцепные муфты делятся на *управляемые* и *самоуправляемые*.

Управляемые сцепные муфты соединяют или разъединяют валы под внешним воздействием создаваемым специальным приводом (рычажным, гидравлическим или пневматическим) по сигналам оператора или системы управления.

По принципу работы эти муфты делятся на *кулачковые* и *фрикционные*.

Кулачковые муфты состоят из двух полумуфт с кулачками на торцовых поверхностях (рис. 11). При включении кулачки одной полумуфты входят во впадины другой, создавая жесткое сцепление. Для переключения муфты одна

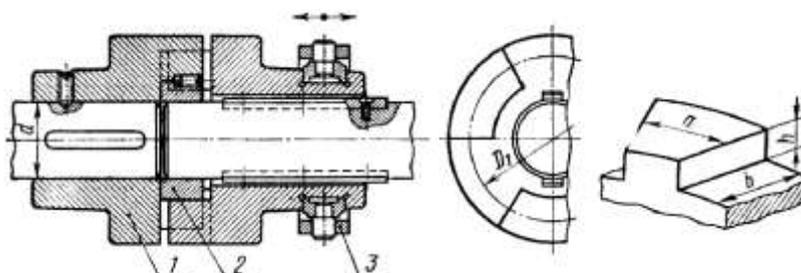


Рисунок 11- Кулачковая муфта:

1-полумуфта; 2-центрирующее кольцо; 3-отводка

полумуфта передвигается вдоль вала на двух направляющих шпонках или шлицах при помощи отводки.

Материал полумуфт - сталь 20Х или 20ХН. Для повышения износостойкости рабочие поверхности кулачков цементируют и закаливают до твердости HRC 54–60.

Основным элементом муфт являются кулачки различных профилей (рис.12): прямоугольного (а), трапецеидального (б), треугольного (в) соответственно для больших, средних и малых нагрузок. Асимметричный профиль кулачков (г) применяют в нереверсивных механизмах для облегчения включения муфты. Число кулачков принимают $z = 3 - 60$ в зависимости от величины вращающего момента $M_{расч}$ и желаемого времени включения, с увеличением которых z уменьшается. Недостатком кулачковых муфт является невозможность включения на быстром ходу. Во избежание ударов и повреждения кулачков включение муфты производят без нагрузки при разности окружных скоростей на кулачках $v \leq 0.8 \text{ м/сек}$. Выключение муфты возможно при любых скоростях.

Кулачковые муфты просты в изготовлении и малогабаритны. Применяются в механизмах, где должно быть обеспечено постоянное передаточное число (металлорежущие станки), а также при передаче больших вращающих моментов,



Рисунок 12 - Профили кулачков муфт сцепления

когда переключения производятся редко.

Размеры муфты принимают конструктивно, а затем кулачки проверяют расчетом:

- на износостойкость – по среднему давлению на рабочих поверхностях

$$p = \frac{P_{расч}}{F} = \frac{2M_{расч}}{0.75D_1 z b h} \leq [p],$$

где 0,75 – коэффициент неравномерности распределения нагрузки по кулачкам, вследствие неточности изготовления; D_1 , b и h – размеры муфты; $[p] = 25 \div 35 \text{ Н/мм}^2$ – допускаемое давление для закаленных кулачков, включаемых на ходу;

- на прочность – по напряжению изгиба у основания кулачков в предположении неполного включения (сила приложена к вершинам кулачков):

$$\sigma_{из} = \frac{M_{из}}{W} = \frac{P_{расч} h}{w} = \frac{2M_{расч}}{0.75D_1 z W} \leq [\sigma_{из}],$$

где $W = \frac{a^2 b}{6}$ момент сопротивления кулачка изгибу;

a - средняя ширина кулачка. Допускаемое напряжение на изгиб для кулачков принимают $[\sigma_{из}] \approx [p]$.

Фрикционные муфты служат для плавного сцепления валов под нагрузкой на ходу при любых скоростях. Передача вращающего момента осуществляется силами трения между трущимися поверхностями деталей муфты (рис. 13).

В начале включения за счет проскальзывания рабочих поверхностей муфты разгон ведомого вала происходит плавно, без удара, с постепенным нарастанием передаваемого вращающего момента по мере увеличения нажимного усилия Q . При установившемся движении проскальзывание отсутствует, муфта замыкается и оба вала вращаются с одной и той же угловой скоростью. В момент перегрузок фрикционные муфты пробуксовывают, предохраняя машину от поломок.

По форме поверхности трения фрикционные муфты (см. рис. 13) делятся на *дисковые* (а), *конусные* (б) и *цилиндрические* (в). В дисковых муфтах рабочими поверхностями служат плоские торцовые поверхности дисков, в конусных – конические, а в цилиндрических – цилиндрические.

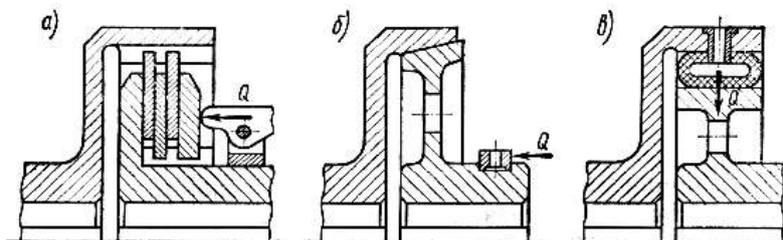


Рисунок 13 - Схемы фрикционных муфт

По условиям смазки муфты бывают масляные и сухие. Смазка служит для уменьшения износа, улучшения расцепления рабочих поверхностей и отвода тепла.

В муфтах, работающих в масле, трущиеся детали изготавливают из закаленной стали. В сухих муфтах применяют пары трения – сталь или чугун по фрикционному материалу (накладки из асбестопроволоочной прессованной ткани – ферродо, фрикционные пластмассы, металлокерамическое покрытие и др.). В современном машиностроении применяются различные конструкции фрикционных муфт, среди которых наибольшее распространение получила многодисковая муфта.

Многодисковая фрикционная муфта. Муфта состоит из двух полумуфт в виде корпуса и втулки, дисков и нажимного механизма (рисунок 14). В продольные пазы на внутренней поверхности корпуса свободно входят выступы ведущих дисков, а в пазы на наружной поверхности втулки – выступы ведомых дисков. При включении муфты нажимной механизм сжимает диски для сцепления их силами трения для передачи вращающего момента. Толщину стальных дисков принимают $1.5 \div 2.5 \text{ мм}$ для масляных муфт и $2.5 \div 5 \text{ мм}$ - для сухих муфт. Зазор между дисками выключенной муфты от 0,2 до 1 мм в зависимости от материала поверхностей трения. Число ведущих дисков выбирают не более 11, так как нажимное усилие Q на последние диски постепенно уменьшается вследствие трения выступов дисков в пазах полумуфт. Все диски в

муфте должны быть параллельными и соосными во избежание их местного повышенного износа и нагрева.

Многодисковые муфты имеют малые габариты, что важно для быстроходных механизмов. Эти муфты с механическим управлением применяют для передачи малых и средних вращающих моментов. При передаче больших моментов многодисковые фрикционные муфты снабжают пневматическим, гидравлическим или электромагнитным дистанционным управлением, широко применяемым в современном станкостроении.

Основным критерием работоспособности фрикционных муфт является износостойкость трущихся поверхностей.

Муфты фрикционные многодисковые механические выбирают по крутящему моменту. Поверхности трения дисков

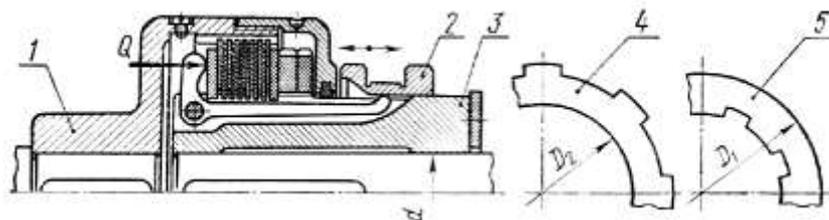


Рисунок 14 - Многодисковая фрикционная муфта:
1-корпус; 2-отводка; 3-втулка; 4-ведущий диск; 5-ведомый диск

проверяют на износостойкость по величине давления.

Проверочный расчет муфты выполняют по моменту сил трения:

$$M_T = M_{расч} = fQR_{cp}z,$$

где f - коэффициент трения (таблица 1); Q - усилие сжатия дисков;

$R_{cp} = \frac{D_1 + D_2}{4}$ - средний радиус поверхности трения дисков,

D_1 и D_2 - диаметры дисков (рисунок); $z = (z_1 + z_2) - 1$ - число ведущих пар трущихся поверхностей; z_1 и z_2 - число ведущих и ведомых дисков в муфте (на рисунке муфта имеет $z = 14$).

Давление на трущихся поверхностях:

$$p = \frac{Q}{F} = \frac{4Q}{\pi(D_1^2 - D_2^2)} \leq [p]$$

где $[p]$ - допускаемое давление $ММ^2$

Таблица 1 - Значения $[p]$ и f для фрикционных муфт

Материал поверхности трения	При смазке		Всухую	
	$[p], Н/мм^2$	f	$[p], Н/мм^2$	f
Закаленная сталь по закаленной стали	0,6-0,8	0,06		
Ферродо по стали или чугуноу			0,2-0,3	0,3
Металлокерамика по закаленной стали	0,8	0,12	0,3	0,3
Примечание: Меньшие значения $[p]$ принимают для многодисковых муфт с большим числом дисков, большие - для многодисковых муфт с малым числом дисков и для конусных и цилиндрических муфт.				

Самоуправляемые муфты предназначены для автоматического сцепления и расцепления валов при изменении заданного режима работы машины. В зависимости от условия, при котором происходит включение или выключение самоуправляемых муфт, они подразделяются на группы: по направлению вращения - **обгонные**, по угловой скорости - **центробежные**, по моменту - **предохранительные**.

Обгонные муфты, или муфты свободного хода, служат для передачи вращающего момента в одном направлении. Наибольшее распространение получила роликовая муфта (рис. 15), с диапазоном диаметров валов $d = 10 \div 90$ мм и числом

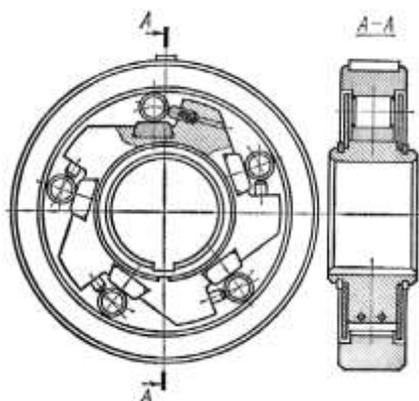


Рисунок 15 - Обгонная роликовая муфта

роликов $z = 3 - 5$.

Эта муфта состоит из двух строго соосных полумуфт, одна из которых имеет форму кольца, а вторая – форму звездочки с вырезами для роликов. Для быстрого включения муфты ролики отжимаются пружинами. При передаче вращающего момента ролики заклиниваются между полумуфтами в суживающейся части выреза, образуя жесткое сцепление. Если по какой-либо причине угловая скорость ведомого вала превысит угловую скорость ведущего вала, то, вследствие обгона, ролики расклинятся, выкатятся в расширенную часть выреза и муфта автоматически выключится. При останове ведущего вала ведомый вал продолжает вращаться. Материал деталей муфты – стали ШХ15 и 20Х, термообработанные до высокой твердости рабочих поверхностей. Ролики должны быть постоянно смазаны маловязким маслом.

Обгонные роликовые муфты работают бесшумно, допуская большую частоту включений. Применяются в станках, автомобилях и т. д.

Критерием работоспособности роликовых муфт является контактная прочность рабочих поверхностей роликов и полумуфт.

Муфты проверяют на контактную прочность.

Центробежные муфты предназначены для автоматического включения или выключения ведомого вала при



Рисунок 16 - Центробежная колодочная муфта

достижении ведущим валом заданной угловой скорости.

По устройству центробежные муфты представляют собой фрикционные муфты, у которых механизмом управления служат грузы-колодки 1 (рис. 16), находящиеся под действием центробежных сил. При достижении ведущим валом заданной угловой скорости центробежные силы, действуя на грузы, производят включение муфты. Передача вращающего момента осуществляется силами трения, величина которых пропорциональна квадрату угловой скорости.

В современном машиностроении применяется большое количество разнообразных конструкций центробежных муфт, которые служат для разгона механизмов с большими маховыми массами при двигателе с малым пусковым моментом, для повышения плавности пуска, для предотвращения разноса машины и т. п. Размеры муфт принимают конструктивно. Рабочие поверхности трения грузов проверяют на износостойкость аналогично фрикционным муфтам.

Предохранительные муфты предназначены для предохранения машин от перегрузок, допуская регулировку величины передаваемого момента. Муфты ставят как можно ближе к месту возникновения перегрузки; они могут работать только при строгой соосности валов. Во избежание случайных выключений эти муфты рассчитываются по предельному моменту

$$M_{пред} = 1,25M_{расч}$$

По принципу работы предохранительные муфты делятся на *пружинно - кулачковые, фрикционные* и с *разрушающим* элементом.

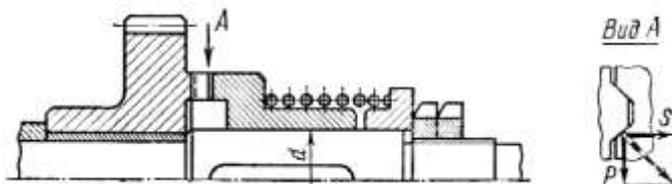


Рисунок 17 - Пружинно-кулачковая предохранительная муфта

Пружинно-кулачковая предохранительная муфта по конструкции аналогична сцепной кулачковой муфте, только подвижная в осевом направлении полумуфта прижимается к неподвижной не механизмом управления, а постоянно действующей пружиной с регулируемым усилием. Кулачки выполняют трапецеидального профиля небольшой высоты с углом наклона рабочих граней $\beta = 45 \div 60^\circ$ (рис. 17). При перегрузке сумма осевых составляющих усилий S на гранях кулачков становится больше прижимного усилия пружины и муфта многократно прощелкивает кулачками, подавая звуковой сигнал о перегрузке. Повторные мгновенно-ударные включения кулачков при перегрузке отрицательно влияют на усталостную прочность деталей механизма, вследствие чего эти муфты применяют для передачи небольших моментов при малых угловых скоростях. Кулачковые предохранительные муфты надежны в работе, но имеют повышенный износ кулачков. Размеры муфт подбирают по ГОСТ или принимают конструктивно. Кулачки проверяют на износостойкость аналогично сцепным кулачковым муфтам, пружины рассчитывают методами сопротивления материалов.

Фрикционные предохранительные муфты отличаются большим разнообразием. Конструкция этих муфт (рис.18)

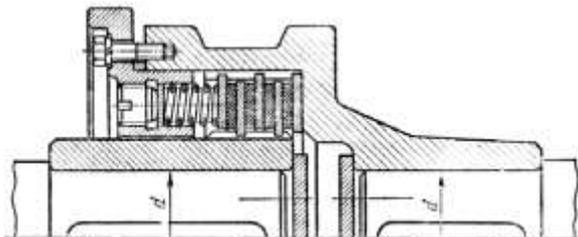


Рисунок 18 - Многодисковая фрикционная предохранительная муфта

аналогична конструкции сцепных фрикционных муфт. Сила нажатия в них создается пружинами, отрегулированными на передачу предельного вращающего момента $M_{пред}$. Пружины периодически регулируют, так как по мере износа поверхностей трения диски сближаются, уменьшая силу сжатия пружин. Чаще других используются сухие многодисковые муфты, размеры которых подбирают по ГОСТ или принимают конструктивно, а затем проверяют расчетом аналогично сцепным фрикционным муфтам.

Из муфт с разрушающимся элементом наибольшее распространение получила фланцевая муфта со срезным штифтом (рис. 19).

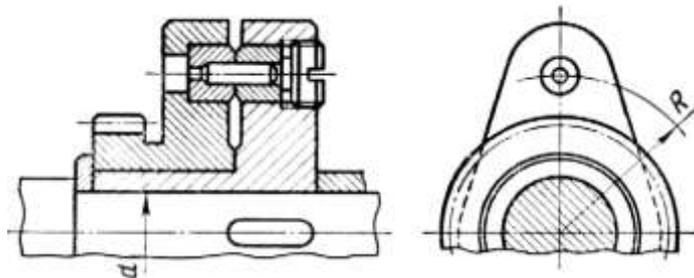


Рисунок 19 - Фланцевая муфта со срезным штифтом

Муфта состоит из двух фланцевых полумуфт, соединенных штифтом, поставленным во втулки по скользящей посадке. При перегрузке штифт срезается и муфта выключается. Штифт выполняют из стали 45 с закалкой. Материал втулок – сталь 40Х с закалкой. При перегрузке штифт, будучи хрупким, быстро срабатывает, образуя плоскость среза без заусенцев, мешающих при замене штифта. Эти муфты просты по конструкции, имеют малые размеры. Недостатком их является остановка машины для замены штифта. Применяются в приводах, работающих с редкими перегрузками. При замене штифта фланцы полумуфт поворачивают относительно друг друга.

Размеры муфты принимают по нормали станкостроения. Диаметр штифта $d_{ш}$ проверяют на срез

$$M_{пред} \leq \frac{\pi d_{ш}^2}{4} z R \tau_B,$$

где $z = 1 - 2$ - число штифтов; R – радиус расположения центров штифтов; τ_B – предел прочности на срез. Для закаленной стали 45 $\tau_B = 420 \text{ Н / мм}^2$.

Бережной О.Л., Гончаров С.И.

Прикладная механика: Учеб. пособие/ О.Л. Бережной, С.И. Гончаров.
– Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2005. – 404 с.