

Министерство образования и науки Самарской области государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение Самарской области «Кинель-Черкасский сельскохозяйственный техникум»

Специальность: 35.02.16 Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники и оборудования

Дисциплина: Основы законодательства по обеспечению безопасности дорожного движения

Тема № 3.8. Соединения деталей машин.

Тема урока: Муфты. Общие сведения о разъемных и неразъемных соединениях. Конструктивные формы резьбовых соединений

Группа 24

Цель урока: Ознакомление студентов с механическими муфтами, принципу их работы, а также с разъемными и неразъемными соединениями.

Изучите конспект урока, выполните задания и вышлите готовые задания на электронную почту преподавателя.

План:

1. Механические муфты.
2. Общие сведения о разъемных и неразъемных соединениях

1. Механические муфты.

Муфта – устройство, предназначенное для соединения концов [валов](#) или для соединения валов с расположенными на них деталями.

Основное назначение: передача вращающего момента без изменения его модуля и направления.

Функции, выполняемые муфтами: предохранение механизма от перегрузок, компенсирование несоосности валов, разъединение или соединение валов во время работы и др.

Классификация муфт

В зависимости от конструкции муфты различаются по функциональному назначению и принципу действию. Различают следующие виды муфт: механические, гидравлические, электрические и др. Широко применяемые муфты [стандартизованы](#). Основная паспортная характеристика муфты - значение вращающего момента, на передачу которого она рассчитана. Ниже рассматриваются только наиболее распространенные в [машиностроении](#) механические муфты.

По характеру соединения валов муфты подразделяют на неуправляемые (постоянные), управляемые и самоуправляемые (автоматические).

Виды муфт

Муфта глухая образует жесткое и неподвижное соединение валов. Они не компенсируют ошибки изготовления и монтажа, требуют точной центровки валов. Применяются обычно глухие муфты для тихоходных валов.

Втулочная муфта – самая простая из глухих муфт, состоит из соединительной втулки со штифтами (рис. 7.1, а) или шпонками (рис. 7.1, б). Основное их достоинство – простота конструкции. Применяют их при относительно небольших нагрузках на валах диаметрами до 60...70 мм.

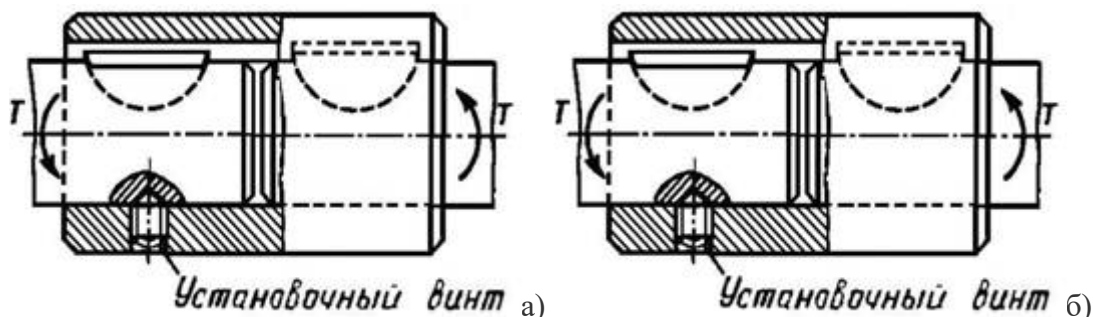


Рис. 7.1. Втулочные муфты со:
а – штифтами; б – шпонками

Муфта фланцевая – наиболее распространенная (рис. 7.2), состоит из двух полумуфт 2, соединенных болтами 1. Болты ставят через один: с зазором (вариант I) и без зазора под развертку (вариант II). Центрирование полумуфт в этом случае осуществляют болтами, установленными без зазора, которые рассчитывают на срез. Установка болтов без зазора позволяет получить муфты меньших габаритов и поэтому более распространена.

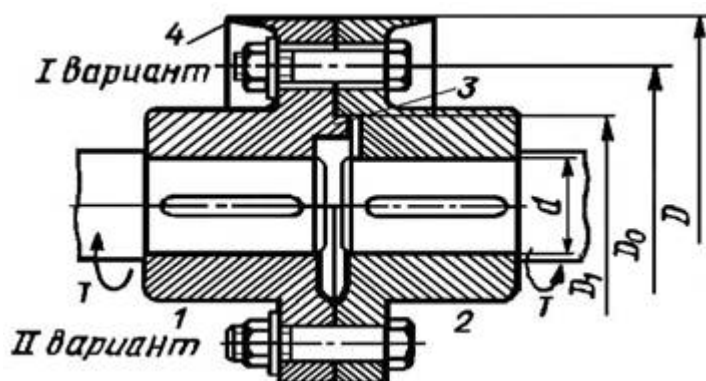


Рис. 7.2. Фланцевая муфта

Фланцевые муфты применяют для соединения валов диаметром до 200 мм и более. Достоинствами таких муфт являются простота конструкции и сравнительно небольшие габариты.

Жесткая компенсирующая муфта. За счет подвижности деталей такие муфты компенсируют радиальные, угловые и осевые смещения валов, вызванные неточностями их изготовления, монтажа и упругими деформациями. Это позволяет уменьшить нагрузки на валы и подшипники.

Недостаток жестких компенсирующих муфт – отсутствие упругодемпфирующих элементов, смягчающих толчки и удары. Наибольшее распространение получили кулачково-дисковая и зубчатая.

Кулачково-дисковая муфта (рис. 7.3) состоит из двух полумуфт 1 и 3, соединенных промежуточным диском 2. При работе диск перемещается по пазам полумуфт, и тем самым компенсируются несоосность соединяемых валов (радиальные смещения – до $0,04d$, угловые – до $30'$).

Скольжение выступов в пазах сопровождается их износом. Интенсивность износа возрастает с увеличением несоосности и частоты вращения. Для уменьшения износа поверхности трения муфты периодически смазывают и не допускают на них больших напряжений смятия.

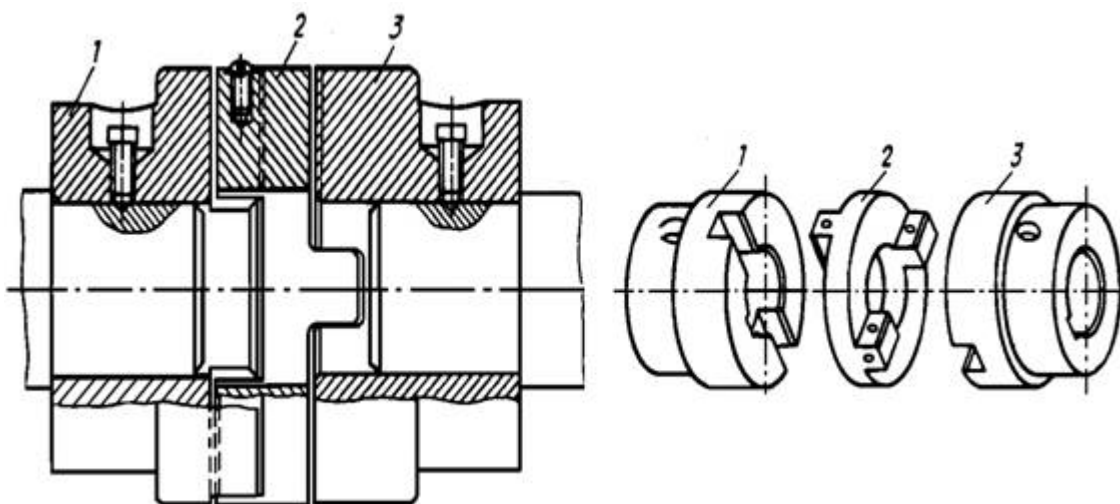


Рис. 7.3. Кулачково-дисковая муфта

Из условия износостойкости кулачково-дисковых муфт рассчитывают давление на боковых поверхностях выступов и пазов:

$$p = \frac{12 T_p}{h(2D + d)(D - d)} \leq [p] \quad (7.1)$$

где T_p – расчетный вращающий момент;

h – рабочая высота выступа;

D, d – соответственно наружный и внутренний диаметры;

$[p]$ – допускаемое давление: при термически необработанных, хорошо смазываемых поверхностях или при закаленных поверхностях трения $[p] = 15 \dots 30$ МПа.

Детали кулачково-дисковых муфт изготавливают из сталей Ст5 (поковка) или 25Л (литье). Для тяжело нагруженных муфт применяют легированные стали типа 15Х, 20Х с цементацией рабочих поверхностей.

Зубчатая муфта (рис. 7.4, а) состоит из двух полумуфт 1 и 3 с наружными зубьями эвольвентного профиля и разъемной обоймы 2 с внутренними зубьями. Передача вращающего момента осуществляется большим числом одновременно работающих зубьев, что обеспечивает высокую нагрузочную способность и малые габариты муфты.

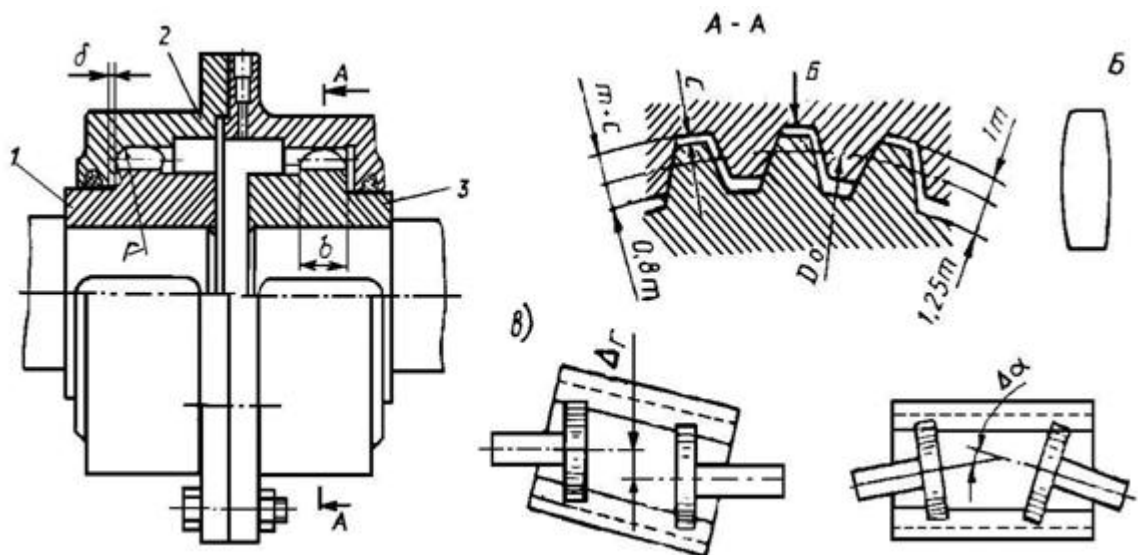


Рис. 7.4. Зубчатая муфта

Для компенсации смещений деталей предусматривают торцевой зазор δ . Для ослабления вредного влияния кромочного контакта применяют зубья бочкообразной формы (рис. 7.4, б), а соединение выполнено с увеличенными зазорами. Зубчатые муфты допускают угловое смещение валов (рис. 7.4, в) $\Delta\alpha_{\max} = 1,5^\circ$, радиальное $\Delta r = 0,2 \dots 0,6$ мм, осевое (на рисунке не показано) – $1 \dots 8$ мм.

Детали зубчатых муфт изготавливают из углеродистых сталей типа 45, 40Х, 45Л коваными или литыми. Для повышения износостойкости зубья полумуфт подвергают термической обработке до твердости не ниже 40HRC, а зубья обойм – не ниже 35HRC.

Упругие компенсирующие муфты применяются не только для компенсации смещения валов, но и для снижения динамичности нагрузок и амортизации колебаний, возникающих при работе передач машин.

Муфта упругая втулочно-пальцевая (рис. 7.5) состоит из двух полумуфт 1, соединенных пальцами 2, на которые для смягчения ударов надеты гофрированные резиновые втулки. Такие муфты в силу простоты конструкции получили широкое применение в приводах от электродвигателей для валов диаметрами $9 \dots 160$ мм при вращающих моментах $6,3 \dots 16000$ Нм.

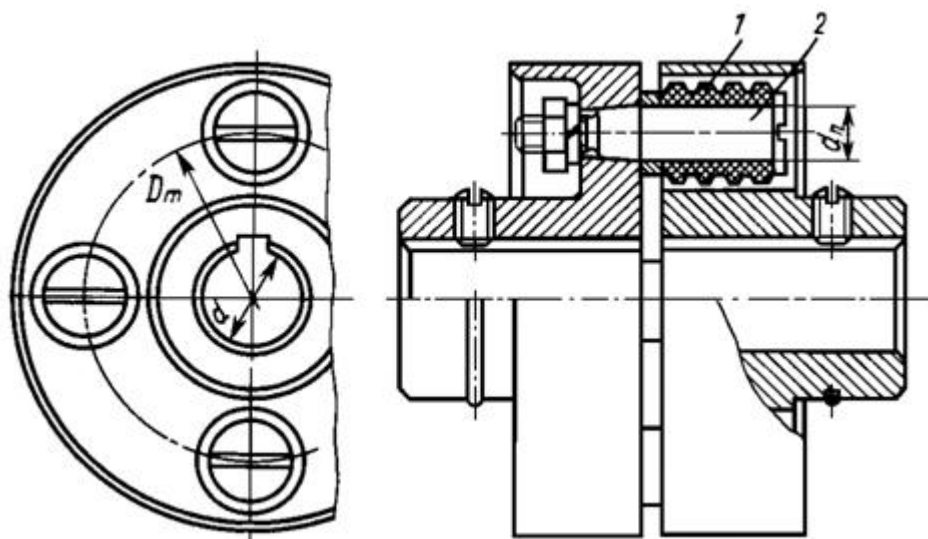


Рис. 7.5. Упругая втулочно-пальцевая муфта

Толщина резиновых втулок невелика, и поэтому амортизирующая способность муфты незначительна. Они допускают радиальное смещение валов до 0,6 мм, продольное – до 5 мм, угловое – до 1°.

Для ограничения износа среднее контактное давление пальца на втулку находят по формуле:

$$p = \frac{2T_P}{zD_m d_n l} \leq [p] \quad (7.2)$$

где $z = 6$ – число пальцев;

D_m – диаметр окружности расположения осей пальцев;

d_n – диаметр пальцев;

l – длина упругого элемента;

$[p] \approx 2$ МПа – допускаемое давление для резиновых втулок.

Муфта со змеевидными пружинами (рис. 7.6) состоит из двух полумуфт 1 с зубьями специальной формы, между которыми свободно расположены секции змеевидной пружины 3 прямоугольного сечения. Кожух 2, состоящий из двух половин, служит резервуаром для пластичного смазочного материала и предохраняет пружину от выпадения.

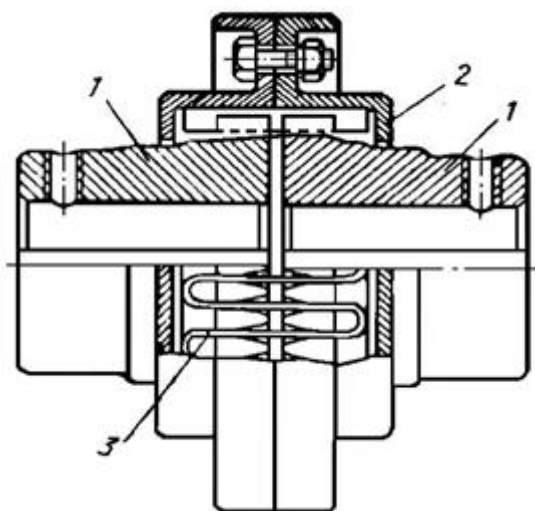


Рис. 7.6. Муфта со змеевидными пружинами

Муфта используется для передачи больших вращающих моментов, обладает хорошими эксплуатационными качествами, имеет небольшие габариты, но сравнительно дорогостоящая.

В зависимости от размеров муфты могут компенсировать радиальные смещения валов 0,5...3 мм, осевые – 4...20 мм и угловые до 1°15'.

Материалы полумуфт – сталь 45, стальное литье 45Л; пружин – пружинные стали 65Г, 60С2.

Расчет муфты предусматривает проверку прочности пружины при изгибе методами сопротивления материалов.

Управляемые (сцепные) муфты

Позволяют соединять и разъединять валы без остановки двигателя. По конструкции управляемые муфты можно разделить на кулачковые, зубчатые, основанные на

зацеплении, и фрикционные, основанные на трении.

Кулачковые и зубчатые муфты имеют весьма небольшие габариты и массу, не допускают проскальзывания. Однако их включение на ходу сопровождается ударами. Фрикционные муфты позволяют плавно соединять ведущий и ведомые валы под нагрузкой при любой скорости их вращения, предохраняют механизмы от внезапных перегрузок.

Управляемые муфты требуют точной соосности соединяемых валов.

Кулачковая муфта (рис. 7.7) состоит из двух полумуфт 1 и 2, имеющих на сцепляемых торцах выступы – кулачки. При включении муфты кулачки одной полумуфты входят во впадины другой, создавая жесткое соединение.

Рис. 7.7. Кулачковая муфта

Включение кулачковой муфты во избежание ударов производят при остановленном двигателе или с малыми скоростями (до 1 м/с).

Полумуфты чаще всего располагают на одном валу, что обеспечивает хорошую их соосность. При выключенной муфте зубчатое колесо свободно вращается на подшипнике скольжения 3. Если муфта включена, вращающий момент от зубчатого колеса передается через кулачки и шлицы на вал.

Для устранения ударов и шума при включении муфты применяют специальные соединительные устройства – синхронизаторы.

Кулачковые муфты изготовляют из сталей 20, 15Х, 20Х с последующей цементацией или сталей 40Х, 30ХН с последующей объемной закалкой. Размеры муфт принимают конструктивно, а затем выполняют проверочный расчет кулачков на износостойкость и прочность.

Фрикционные сцепные муфты передают вращающий момент между полумуфтами за счет сил трения на рабочих поверхностях (рис. 7.8).

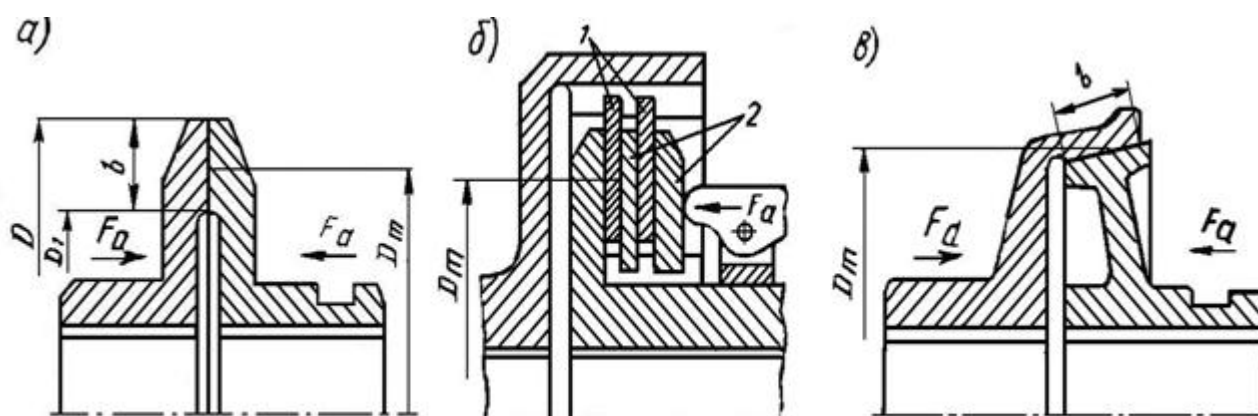


Рис. 7.8. Фрикционные муфты:

а – однодисковая; б – многодисковая; в – конусная

В начальный период касания полумуфт происходит относительное проскальзывание их рабочих поверхностей (смазанных или сухих), и тем самым обеспечивается плавность включения муфты. При установившемся движении проскальзывание не происходит, а при перегрузке муфта пробуксовывает, что предохраняет машину от поломок. Фрикционные муфты должны обладать надежностью сцепления, высокой износостойкостью и теплостойкостью контактирующих поверхностей. Материал

трущихся деталей (накладок) выбирается в зависимости от среднего контактного напряжения (давления):

$$p = \frac{F_a}{A} = \frac{2Tk}{fD_m z A} \leq [p] \quad (7.3)$$

где F_a – осевая сила;

T – вращающий момент;

$k = 1,3 \dots 1,5$ – коэффициент запаса сцепления;

D_m – средний диаметр контакта;

f – коэффициент сцепления (трения покоя);

z – число пар поверхностей трения;

$A = \pi D_m b$ – площадь поверхности трения;

b – ширина поверхности трения;

$[p]$ – допускаемое контактное напряжение.

По формуле (7.3) может быть рассчитан вращающий момент, который может передавать фрикционная муфта. Для увеличения передаваемого вращающего момента можно увеличить число пар поверхностей трения.

Многодисковые фрикционные муфты имеют небольшие габариты и не требуют большого усилия для их включения.

Самоуправляемые автоматические муфты выполняют автоматически одну из следующих функций: ограничение передаваемой нагрузки – предохранительные муфты; передачу нагрузки (момента) только в одном направлении – муфта обгона; включение и выключение при заданной скорости – центробежные муфты.

Предохранительную муфту срабатывают, когда вращающий момент превышает некоторую установленную величину. При достижении вращающим моментом предельной величины под действием осевых усилий, обусловленных формой впадин полумуфты, шарики смещаются в осевом направлении (преодолевая сопротивление пружины) и размыкают муфту с последующим прощелкиванием.

Муфта обгона (муфты свободного хода) предназначены для передачи вращающего момента только в одном направлении. Наибольшее распространение получили фрикционные обгонные муфты, передающие вращающий момент за счет заклинивания между полумуфтами промежуточных тел (в основном роликов). Такие муфты бесшумны, компактны, могут работать при высокой частоте вращения. Их изготавливают для валов диаметром 10...90 мм и передачи момента до 750...800 Нм.

Обгонные роликовые муфты (рис. 7.9) применяют в приводах агрегатов двигателя самолета (например, в приводах стартер-генераторов) и в приводах несущих винтов вертолетов; при отказе одного двигателя движение винта не тормозится, так как обгонная муфта позволяет зубчатым колесам вращаться. При отказе обоих двигателей обгонные муфты не препятствуют вращению несущего винта в режиме авторотации.

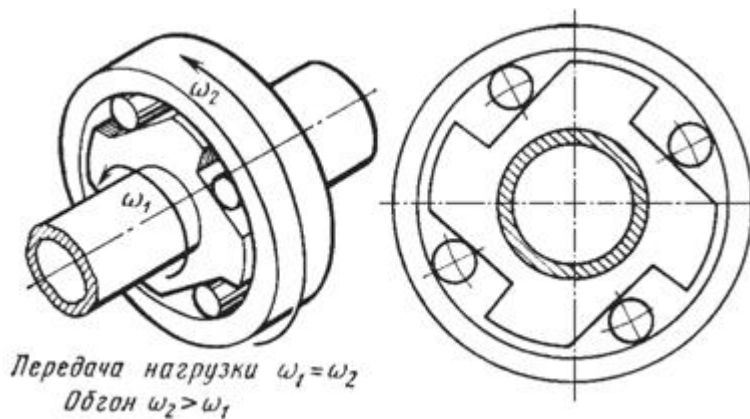


Рис. 7.9. Обгонная муфта

Пусковую (центробежную) муфту используют для плавного пуска приводов грузоподъемных машин конвейеров и т.п. Они позволяют электродвигателю легко разогнаться и по достижении им определенной скорости начать плавный разгон рабочего органа. Одновременно пусковые муфты выполняют и предохранительные функции. Распространены колодочные и дисковые центробежные фрикционные муфты. Центробежную муфту устанавливают на вал электродвигателя. При наличии ременной передачи от электродвигателя к рабочему органу наружную ведомую часть муфты конструируют в виде шкива.

2. Общие сведения о разъемных и неразъемных соединениях

Каждая машина состоит из деталей, число которых зависит от сложности и размеров машины. Так автомобиль содержит около 16 000 деталей (включая двигатель), крупный карусельный станок имеет более 20 000 деталей и т.д.

Чтобы выполнять свои функции в машине детали соединяются между собой определенным образом, образуя *подвижные и неподвижные связи*. Например, соединение коленчатого вала двигателя с шатуном, поршня с гильзой цилиндра (подвижные связи). Соединение штока гидроцилиндра с поршнем, крышки разъемного подшипника с корпусом (неподвижные связи).

Наличие подвижных связей в машине обусловлено ее кинематической схемой. Неподвижные связи обусловлены целесообразностью расчленения машины на узлы и детали для того, чтобы упростить производство, облегчить сборку, ремонт, транспортировку и т. п.

Соединение деталей – конструктивное обеспечение их контакта с целью кинематического и силового взаимодействия либо для образования из них частей (деталей, сборочных единиц) механизмов, машин и приборов.

С точки зрения общности расчетов все соединения делят на две большие группы: *неразъемные и разъемные* соединения.

Неразъемными называют соединения, которые невозможно разобрать без разрушения или повреждения деталей. К ним относятся заклепочные, сварные, клеевые соединения, а также соединения с гарантированным натягом. Неразъемные соединения осуществляются силами молекулярного сцепления (сварка, пайка, склеивание) или механическими средствами (клепка, вальцевание, прессование).

Разъемными называют соединения, которые можно многократно собирать и разбирать без повреждения деталей. К разъемным относятся резьбовые, шпоночные и шлицевые соединения, штифтовые и клиновые соединения.

По форме сопрягаемых поверхностей соединения делят на плоское, цилиндрическое, коническое, сферическое, винтовое и т.д.

Проектирование соединений является очень ответственной задачей, поскольку большинство разрушений в машинах происходит именно в местах соединений. Многие аварии и прочие неполадки в работе машин и сооружений обусловлены неудовлетворительным качеством соединений.

Так, например, опытом эксплуатации отечественных и зарубежных самолетов установлено, что долговечность фюзеляжа определяется прежде всего усталостными разрушениями, из которых до 85% приходится на резьбовые и заклепочные соединения. Отметим, также, что в конструкциях тяжелых широкофюзеляжных самолетов (например, ИЛ-96, АН-124) насчитывается до 700 тыс. болтов и до 1,5 млн заклепок.

К соединениям в зависимости от их назначения предъявляются требования *прочности, плотности (герметичности) и жесткости*.

Основным критерием работоспособности и расчета соединений является *прочность*. Необходимо стремиться к тому, чтобы соединение было равнопрочным с соединяемыми элементами. Наличие соединения, которое обладает прочностью, составляющей, например, 0,8 от прочности самих деталей, свидетельствует о том, что 20% нагрузочной способности этих деталей или соответствующая часть металла конструкции не используется.

При оценке *прочности* соединения стремятся приблизить его прочность к прочности соединяемых элементов, т.е. стремятся *обеспечить равнопрочность конструкции*.

Требование *плотности* является основным для сосудов и аппаратов, работающих под давлением. Уплотнение разъемного соединения достигается за счет:

- 1) *сильного сжатия* достаточно качественно обработанных поверхностей;
- 2) *введения прокладок* из легко деформируемого материала.

При этом рабочее удельное давление q в плоскости стыка должно лежать в пределах $q = (1,5...4)p$, p – внутренне давление жидкости в сосуде.

Экспериментальные исследования показали, что *жесткость* соединения во много раз меньше жесткости соединяемых элементов, а поскольку жесткость системы всегда меньше жесткости наименее жесткого элемента, то именно *жесткость соединения* определяет жесткость системы.

Желательно, чтобы соединение не искажало форму изделия, не вносило дополнительных элементов в его конструкцию и т. п. Например, соединение труб болтами требует образования фланцев, сверления отверстий под винты, установку самих винтов с гайками и шайбами. Соединение труб сваркой встык не требует никаких дополнительных элементов. Оно в наибольшей степени приближает составное изделие к целому. С этих позиций соединение болтами может быть оправдано только разъемностью.

Выбор типа соединения определяет инженер.

Задание № 1 Как влияет психическое состояние, на управление транспортным средством: (описать в нескольких предложениях)

1. Составьте краткий конспект по теме.
2. Заполните таблицу

№	Вид соединения	Способ образования	Схематичное изображение	Достоинства и недостатки
1				
2				
N				

Результаты проделанной работы отправить по адресу
samykin.sergei@yandex.ru