**1.) Понятие о механизмах, машинах и их составляющих.**

Машинами называют устройства для преобразования, обработки материалов, энергии, информации с помощью механических движений. В состав любой машины входят механизмы. Механизмом называют искусственно созданные системы твёрдых тел (звеньев), предназначенные для преобразования заданного движения одних звеньев, требуемое движение других. Механизмы состоят из твёрдых тел (звеньев) и их контактов. Различают подвижные и неподвижные звенья. Всё, что неподвижно, образует одно звено – стойку. Деталь – это неделимая часть механизма. Звено может состоять из одной или нескольких деталей. Подвижные звенья делят на входные (которые соединены с источником движения (двигателем)) и выходные (это то звено, ради которого создавалось движение). Подвижные соединения двух звеньев называют кинематической парой. Два звена, обеспечивающие движение, образуют кинематическую пару. В механизмах обычно применяют одно и двух подвижные пары. Если соприкосновение звеньев в паре происходят по поверхности, то пару называют низшей, если соприкосновение звеньев в паре происходит в точке или по линии, то пару называют высшей. Плоскопараллельным называют движение твёрдого тела, если его точки движутся параллельно некоторой неподвижной плоскости. Любой механизм можно представить схематически в виде схемы звеньев, соединённых кинематическими парами.

**2.) Основные характеристики (параметры) механизмов.**

К основным характеристикам относят: передаточное отношение, кпд, коэффициент передаточного усилия (напряжения). Передаточное отношение – отношение скорость входного и выходного звеньев механизма. КПД – отношение полученной мощности к затраченной.

Мощность: P=F∙V [Вт] [Н∙м/с]

Центр передачи нагрузки – отношение усилий на входном и выходном механизме.

В зависимости от цели механизмы делят на кинематические и силовые.

В зависимости от способа передачи движения и особенностей геометрии звеньев, механизмы делят на фрикционные, зубчатые, винтовые, кулачковые, шарнирно-рычажные и механизмы с гибкими звеньями.

**3) Фрикционные механизмы. Классификация, значения и т.д.**

Фрикционные механизмы – движение между подвижными звеньями передаётся с помощью сил трения. Предназначены для изменения скорости вращательного движения, для преобразования вращательного движения в поступательное.

Достоинства фрикционных механизмов: относительная простота конструкции и технологии изготовления подвижных звеньев, плавность передачи и бесшумность , автоматическое предохранение от перегрузок путём проскальзывания в месте контакта, возможность получения переменного передаточного отношения.

Недостатки: низкое КПД, ограниченное передаточное отношение, непостоянство передаточного отношения из-за проскальзывания, необходимость создания прижимного усилия.

**4) Классификация зубчатых механизмов.**

Зубчатые механизмы наряду с другими видами механизмов предназначены для передачи движения от двигателя к исполнительному (рабочему) органу. Они выполняют следующие функции: понижают и повышают угловые скорости, соответственно повышая или понижая вращающие моменты; преобразовывают один вид движения в другой (вращательное движение в возвратно-поступательное или наоборот; равномерное в прерывистое); реверсируют движение. Зубчатое колесо с меньшим числом зубьев называется шестерней, с большим – колесом. Наибольшее передаточное отношение (число) для простейшей зубчатой передачи рекомендуют принимать не более 8. Движение между подвижными звеньями ведётся путём зацепления. Для изменения скорости вращательного движения, для преобразования возвратно-вращательного движения в возвратно-поступательное, или наоборот. Отличаются высоким КПД, высокая точность заданного или рассчитанного передаточного отношения, простота обслуживания, малое усилие на опоры. К недостаткам относятся: сложность изготовления, шум, удары в процессе передаче движения, особенно при больших окружных скоростях. В зависимости от взаимного расположения осей зубчатых колёс различают зубчатые механизмы: цилиндрические, конические, червячные. В червячных механизмах движение передаётся только в одном направлении. Недостатки: большие потери на трение и низкий КПД. В зависимости от направления зубьев, относительно образующих зубчатых колёс, различают прямозубые, косозубые зубчатые колёса и механизмы, с шевронными и со спиральными зубьями. В зависимости от расположения зубьев различают зубья с внешним и внутренним зацеплением. Для получения больших передаточных отношений применяют сложные зубчатые механизмы, состоящие из ряда последовательных простых механизмов.

**5.) Основные геометрические параметры цилиндрических прямозубых зубчатых колёс.**

Достоинством прямозубых зубчатых колёс является относительно простой инструмент для нарезания зубьев с таким профилем. Расстояние между одинаковыми точками двух ближайших зубьев называют окружным шаром. В качестве основного параметра, через который выражают размеры колёс, принят модуль m\_t=p\_t/π=d\_t/z . Для уменьшения номенклатуры режущего, мерительного инструментов размер модуля стандартизован. Модуль, по которой равен стандартному, называет делительной. Работу цилиндрических (конических) зубчатых колёс можно представить, как перекатывание, без проскальзывания, друг по другу двух цилиндрических (конических) поверхностей. Возможности изготовления зубчатых колёс ограничивают минимальным и максимальным числом количеством зубьев ( мин. – 17, макс. – до 220). Для получения больших передаточных отношений применяют сложные, многоступенчатые зубчатые механизмы, состоящие из ряда последовательно-соединённых простых зубчатых механизмов. Общее передаточное отношение равно произведению передаточных отношений простых механизмов, входящих в данный механизм. Эвольвентой называют траекторию, которую описывает любая точка прямой, перекатывающейся без скольжения по окружности.

**6.) Передаточное отношение простых и сложных зубчатых механизмов.**

Передаточное отношение, которое можно воспроизвести одной парой зубчатых колес (исключая червячную передачу) невелико, так как минимальное и максимальное значения чисел зубьев колес ограничены и лимитируются определенными технологическими факторами. При необходимости получения больших передаточных отношений применяют сложные зубчатые механизмы, состоящие из нескольких простых цилиндрических, конических, червячных зубчатых механизмов, соединенных последовательно, т.е. применяют многоступенчатую передачу. Передача вращающего момента осуществляется последовательно с одного вала на другой через зубчатые колеса, причем на каждом промежуточном валу размещают по два колеса, одно из которых является ведомым по отношению к предыдущему, другое – ведущим по отношению к последующему.

Передаточное отношение многоступенчатой передачи равно произведению передаточных отношений всех простых зубчатых передач, входящих в механизм. Множитель (-1)k позволяет определить знак передаточного отношения сложного многоступенчатого механизма, т.е. направление вращения выходного звена по отношению к направлению вращения ведущего. Чтобы провести полное кинематическое исследование механизма, надо знать его структуру(число звеньев, число и вид кинематических пар), размеры отдельных звеньев и их взаимное положение. Все эти данные мы получим, если составим кинематическую схему механизма, которая является его кинематической моделью. На кинематических схемах звенья обозначаются арабскими цифрами. При составлении схем применяются условные изображения кинематических пар и звеньев по ГОСТу.

**7.) Винтовые механизмы.**

Винтовые механизмы предназначены для преобразования вращательного движения в поступательное. Подвижными звеньями винтовых механизмов являются: винт и гайка - тело с внутренней резьбой. Обычно, ведущим звеном является винт. Такие механизмы позволяют получать очень малые перемещения за один оборот винта. Используются для перемещения магнитных и оптических головок считывания и записи информации в дисководах ПЭВМ

Достоинства винтовых механизмов:

- высокая точность получения поступательных движений

- относительная простота конструкций и технология изготовления звеньев

- большие передаточные отношения

- плавность хода (бесшумность)

Недостатки винтовых механизмов:

- большие потери на трении на винтовой паре и, как следствие, низкий кпд.

В винтовых механизмах применяют следующие профили резьбы: крепёжные резьбы (треугольные), прямоугольные. Могут использоваться подшипники для смягчения хода винта через гайку.

**8.) Кулачковые механизмы.**

Кулачковые механизмы – ведущим звеном всегда является кулачок. Кулачковые механизмы позволяют превращать поступательное, вращательное движения преобразовывать в другие виды движения. Позволяет получать прерывистое движение.

Достоинства:

- возможность получения, в зависимости от профиля кулачка, разные виды движения, в том числе и прерывистые.

- компактность

- высокий кпд

- широкое использование в системах управления

Недостатки:

- стоимость изготовления кулачков

- необходимость обязательного прижатия ведомого элемента к кулачку, и как следствие, давление и большой износ элементов.

**9.) Шарнирно-рычажные механизмы.**

Шарнирно-рычажные механизмы состоят из звеньев типа стержней (рычагов), соединённых вращательными и поступательными кинематическими парами. Предназначены для изменения скорости вращательного движения (равномерное или неравномерное) для преобразования вращательного движения в возвратно-поступательное или наоборот. Шарнирно-рычажные механизмы используют для обеспечения перемещения звена или только определенной точки его по заданной траектории. Шарнирно-рычажные механизмы получаются достаточно сложными и дорогими при изготовлении и также не обладают универсальностью управления органами станка. Поэтому для каждой обрабатываемой поверхности необходимо создавать либо специальную кинематическую схему, либо изготовлять комплект кулачков и переналаживать управляющий механизм путем перестановки отдельных его звеньев, что подчас связано с выполнением сложных и трудоемких расчетов по настройке. Кроме того, шарнирно-рычажные механизмы имеют, как правило, большое количество сочленений, что ведет к уменьшению точности. Явный пример шарнирно-рычажного механизма - стрела экскаватора, не включающая в себя гидравлические приспособления.

Достоинства:

- простота конструкции и технологии изготовления

Недостатки:

- низкая точность получения требуемых движений

Данный механизм служит для преобразования равномерного вращательного движения звена 1 в неравномерное движение звена 3.

Кривошипно-ползунный механизм – используется для преобразования равномерного вращательного движения в возвратно-поступательно, или наоборот.

**10.) Механизмы с гибкими звеньями.**

Такие механизмы применяют для передачи вращательного движения на значительные расстояния с малым передаточным отношением. Для преобразования вращательного движения в поступательное. В механизмах зацепления, в качестве гибкого звена, используют зубчатые ремни, перфоленты. Используются в машинах как ремни. Ременная передача — это передача механической энергии при помощи гибкого элемента (ремня) за счёт сил трения или сил зацепления (зубчатые ремни). Может иметь как постоянное так и переменное передаточное число (вариатор), валы которого могут быть с параллельными, пересекающимися и со скрещивающимися осями. Состоит из ведущего и ведомого шкивов и ремня (одного или нескольких).

Недостатки (в сравнении с цепной передачей):

- большие габариты;

- малая несущая способность;

- проскальзывание (не относится к зубчатым ремням);

- малая долговечность.

Достоинства (в сравнении с цепной передачей):

- плавность работы;

- бесшумность;

- компенсация перегрузок;

- отсутствие в необходимости смазки;

- малая стоимость;

- легкий монтаж и демонтаж;

- возможность работы на высоких окружных скоростях;

- при выходе из строя, нет повреждений.

Зубчатые ремни включают в себя достоинства как ременных передач, так и цепных передач.

**11.) Ошибки механизмов.**

Точность оценивают по величине погрешностей или ошибок кинематических параметров на рабочем или выходном звене механизма. Точность детали оценивают по величине погрешностей, от формы, от поверхности и т.д. Точность механизмов обеспечивает принцип взаимозаменяемости: способность независимо изготовленной детали, без дополнительной обработки, выполнять свои функции. Критериями точности механизмов являются: ошибка передаточного положения, ошибка положения и ошибка перемещения механизма. Различают теоретический и реальный механизмы. Ошибкой передаточного отношения называют разность передаточных отношений действительного и теоретического механизмов. Ошибка положения механизма называют разность положений рабочего звена действительного и теоретического механизмов при одинаковом положении ведущего звена этих механизмов. Ошибка перемещения механизма является разность перемещений рабочего звена действительного и реального механизмов при одинаковом перемещении ведущего звена этих механизмов. Для реверсивных механизмов, где направление движение может меняться на противоположное, в качестве критерия точности используют ошибку мёртвого хода. Ошибку мёртвого хода называют отставание в движении рабочего звена при изменении движения ведущего на противоположное. Причиной ошибки мёртвого хода являются: зазоры в соединениях, упругие деформации. Причиной ошибок механизмов являются: первичные ошибки – ошибки при изготовлении, при сборке и погрешности, появляющиеся в процессе эксплуатации (температурная деформация, износ).

**12.) Допуски линейных размеров.**

Различают номинальный, действительный и предельный размеры. Номинальный размер – размер, задаваемый из некоторых соображений. Действительный размер – размер, полученный путём измерения. Предельными называют два размера, между которыми может находиться или который может быть равен годный действительный размер. Различают верхний и нижний предельный размер. Предельными отклонениями называют алгебраическую разность, между соответствующими предельным и номинальным размерами размером. Разность между верхним и нижним предельными размерами называют допуском на размер (ТА – отверстия, ТВ – вала). Допуск – это мера точности размера: чем меньше допуск, тем выше точность. В соединениях проставляют общий номинальный размер в соединения, имеют единый номинальный размер и проставляют отклонения соединяемых деталей. Величину допуска в соответствии с системой допусков устанавливают в зависимости от номинального размера и условного уровня точности, называемого квалитетом. В зависимости от расположения поля допуска по отношению к номинальному размеру предусмотрено по 28 рядов (типов) отклонений для валов и отверстий. Каждый тип отклонения обозначается латинской буквой – малой, если отклонение относится к валу, и большой, если к отверстию.

**13.) Посадки деталей.**

Посадкой называется вид соединения деталей, определяемый величиной получающихся в нем зазоров или натягов. В зависимости от сочетания полей допусков отверстия и вала различают посадки с засором (размер отверстия всегда больше размера вала), с натягом (размер вала всегда больше размера отверстия) и переходные (возможно получение в зависимости от действительного размера как зазора, так и натяга). Зазором S называют положительную разность между действительными размерами отверстия и вала – размер отверстия больше размера вала. Натягом N называют положительную разность между действительными размерами вала и отверстия, вычисленную до сборки деталей – размер вала больше размера отверстия. Рекомендуют применять две системы посадок: систему отверстия и систему вала. В системе отверстия для одного и того же номинального размера, разный вид соединения получают за счёт изменения размера вала, при неизменном размере отверстия. Системой вала называют систему, при которой, для одного и тоже номинального размера, различный вид соединений, получают за счёт изменения размера отверстия, при неизменном размере вала.

**14.) Шероховатости поверхности. (параметры, обозначения).**

Под шероховатостью поверхности подразумевают числовую характеристику величины микронеровностей реальной поверхности, определяющую ее отклонение от идеально гладкой поверхности .Различают номинальную и действительную поверхность.

Радиальное биение – понимают разность наибольшего и наименьшего расстояний точек реального профиля поверхности до оси вращения.

Под торцовым биением понимают разность наибольшего и наименьшего расстояний от точек реального профиля торцовой поверхности до плоскости, перпендикулярной оси вращения.

Основные параметры:

Ra - среднеарифметическое отклонение профиля, мкм,

Rz- высота неровностей профиля по десяти точкам, мкм.

Числовые значения Ra или Rz выбираются из таблицы.

Стандартом установлено 14 классов шероховатостей деталей. Чем выше класс шероховатости, тем меньше высота неровностей, а следовательно, чище поверхность.

Определение шероховатости поверхности производят сравнением поверхности с соответствующим эталоном или специальными приборами.

**15) Отклонения формы и расположения плоскостей.**

Погрешность механизма являются результатом размеров, формы, взаимного расположения деталей, результатом зазоров в соединениях, не совершенсвом измерительной техники и приборов т.е. причиной неточности механизма являются первичные ошибки (ошибки при изготовлении и сборке). Величина этих ошибок ограничивается допусками.

Допуск формы – наибольшее допускаемое значение отклонения формы. Различают номинальную и действительную поверхность. Прилегающий профиль - профиль, имеющий форму номинального профиля, соприкасающийся с реальным профилем и расположенный вне материала детали так, чтобы отклонение от него наиболее удаленной точки реального профиля имело минимальное значение. Допуски задаются отдельными значками. Допуск расположения – предел, ограничивающий допускаемое значение отклонения расположения поверхностей.

Если величина отклонения не задается на чертежах то она не должна превышать допуск на размер. Радиальное биение – разность наибольшего и наименьшего расстояний точек реального профиля поверхности до оси вращения. Торцовое биение - разность наибольшего и наименьшего расстояний от точек реального профиля торцовой поверхности до плоскости, перпендикулярной оси вращения.

**16.) Понятия о деформациях и напряжениях. Метод сечений.**

При деформации под действием внешних сил возникают внутренние силы противодействия, которые препятствуют деформированию (сила реакции опоры). Интенсивность внутренних сил характеризуется напряжениями. Напряжения в точке по некоторому напряжению называют внутреннюю силу противодействия, приходящиеся на единицу площади в точке по выбранному сечению. Напряжение - это отношение внутренних сил к площади тела. Элементы конструкции делят на детали типа стержней, пластин и тел (оболочек). Стержень – конструктивный элемент, размер которого вдоль одной оси намного больше размеров относительно других осей координат. В зависимости от схемы приложений внешних сил различают следующие деформации: деформация растяжения, сжатия, сдвига, кручения и изгиба.

Основные допущения, принимаемые при расчётах на прочность:

- материал конструкции является однородным.

- свойства материалов во всех направлениях одинаковы.

- до приложения внешних сил внутренние силы отсутствуют.

- перемещение в точках приложения внешних сил настолько малы, что их не учитывают при расчётах.

- силу напряжения определяют как сумму напряжений деформаций как сумму отдельных сил.

Взаимодействие между частями конструкции (тела) характеризуется внутренними силами, которые возникают внутри нее под действием внешних нагрузок. Определяются внутренние силы с помощью метода сечений. Суть метода сечения в следующем: если при действии внешних сил тело находится в состоянии равновесия, то любая отсеченная часть тела вместе с приходящимися на нее внешними и внутренними усилиями также будет находится в равновесии, следовательно, к ней применимы уравнения равновесия. То есть, внутренние силы не влияют на условия равновесия тела, так как являются самоуравновешенными.

**17.) Виды деформации стержней.**

Стержень – конструктивный элемент, размер которого вдоль одной оси намного больше размеров относительно других осей координат.

В зависимости от схемы приложений внешних сил различают следующие деформации: деформация растяжения, сжатия, сдвига, кручения и изгиба.

Растяжение (сжатие) возникает в случае, когда стержень нагружен силами, совпадающими по направлению с его осью. Сдвиг или срез возникает, когда внешние силы смещают два параллельных сечения одно относительно другого, при неизменном расстоянии между ними. На сдвиг или срез работают, например, заклепки или болты, скрепляющие элементы, которые силы пытаются сдвинуть. Кручение возникает при действии на стержень внешних сил, образующих моменты относительно продольной оси стержня. На кручение работают вапы, шпиндели токарных и сверлильных станков и др. детали. Изгиб - это такой вид нагружения, когда внешние силы вызывают моменты относительно оси симметрии (или главной оси), расположенной в плоскости поперечного сечения. Этот момент называется изгибающим. Самый простой случай - это плоский изгиб, когда все внешние силы лежат в одной плоскости, совпадающей во всех рассматриваемых нами случаях с плоскостью симметрии (или главной плоскостью) балки.

**18.) Основные допущения, принимаемые при расчётах на прочность**

- материал конструкции является однородным.

- свойства материалов во всех направлениях одинаковы.

- до приложения внешних сил внутренние силы отсутствуют.

- перемещение в точках приложения внешних сил настолько малы, что их не учитывают при расчётах.

- силу напряжения определяют как сумму напряжений деформаций как сумму отдельных сил.

- материал обладает идеальной упругостью

-линейная зависимость между деформацией и напряжение.

**19.) Деформация-растяжений и деформация-сжатий.**

∆л= л1 - л - это абсолютное удлинение. ε=∆л / л – относительное удлинение (%). Все точки поперечного сечения имеют одинаковые абсолютные и относительные деформации. При сжатии все зависимости будут иметь вид, как и при растяжении. Т.к. деформация во всех точках одинакова то и напряжения в всех точках одинаковы ∆l=N\*l/E\*S (Е-модуль упруг); Ϭ=N/S (Ϭ-напряж). Сжатие отличается от растяжения только направлением внешних сил. Замечено, что прямые линии, перпендикулярные продольной оси стержня, остаются прямыми и после деформаций. Это позволяет утверждать, что деформации (удлинения) и, в соответствии с законом Гука, напряжения образующих стержня, параллельных оси, в любом поперечном сечении равны, т.е. деформации и напряжения во всех точках поперечного сечения одинаковы.

**20.) Механические характеристики материалов (предел прочности, упругости, текучести и т.д.).**

Механические характеристики можно определить экспериментально, нагружая образцы из материала до разрушения при любом типе деформации (проще всего при растяжении). Под действием внешних сил звенья механизмов изменяют свою форму, размеры, т. е. деформируются. Деформация, исчезающая после снятия нагрузок, вызвавших ее, называется упругой, свойство тела восстанавливать свои первоначальные размеры называется упругостью. Если деформация после снятия нагрузки не исчезает, она называется остаточной. Остаточная деформация, не сопровождающаяся разрушением, называется пластической, а остаточная деформация, зависящая от времени деформирования – вязкой.

Чтобы исключить влияние размеров испытываемых образцов и получить зависимость, характеризующую свойства самого материала, полученную экспериментально в диаграммах растяжения, перестраивают в относительные координаты. Твёрдость – способность материалов действовать против сил внедрения в него. Метод определения твёрдости по Бринеллю: HB=F/S

Диаграмма растяжения:

1-точка - предел пропорциональности (напряж. при котором выполн. закон Гука)

2-точка (начало отклонения) - предел упругости.(напряжение до которого имеют место только упругие деформации)

3-точка площадка текучести (появление заметных остаточных деформаций)

4-точка (высшая тока)- предел прочности (максим. напряжение, которое выдерживет материал без разрушения).

**21.) Понятие о твёрдости.**

Твёрдость – способность материалов действовать против сил внедрения в него. При вдавливании в материал инородного тела возникают местные пластические деформации, сопровождающиеся при дальнейшем увеличении нагрузки местным разрушением. Показатель твердости связан непосредственно с показателями прочности и пластичности. Твердость материала тесно связана также с его обрабатываемостью: чем тверже материал, тем хуже он обрабатывается, от твердости зависит и износостойкость. Метод Бринелля основан на вдавливании в поверхность испытуемого материала стального закаленного шарика: HB=F/S (S-площадь отпечатка). Достоинства - не нужно подготавливать поверхность. Недостатки - нельзя измерять твердость выше 450ед. О твердости по методу Роквелла судят по разности глубин, на которые проникает алмазный конус с углом при вершине 120°, при действии двух последовательно приложенных предварительных нагрузок. Достоинства: малый след, измеряется прочность очень твёрдых материалов.

Недостатки - подготовка поверхности, измеряется в условных единицах.

Метод измерения твердости по Виккерсу заключается во вдавливании в испытываемый материал правильный четырехгранной алмазной пирамиды при нагрузке в 30 кг. Число твердости по Виккерсу вычисляется путем деления нагрузки на площадь поверхности пирамидального отпечатка. Обычно используют таблицы, с помощью которых по длине диагонали отпечатка находят число твердости. Метод Виккерса широко применяется для определения твердости тонких образцов и тонких поверхностных слоев металла после химико-термической обработки, а также мелких деталей, деталей сложной формы. Соотношение между твердостью по Роквеллу и Бринеллю: 1 HRCэ ≈ 10 НВ.

**22.) Понятие о допускаемых напряжениях и деформациях. Условия прочности и жёсткости.**

При проектировании конструкции гарантия безотказной работы определяется условием прочности. Условие прочности – максимальное напряжение, действующей конструкции не должно превышать допускаемого значения. Если расчёт ведётся по касательной напряжения, то условия напряжения имеет аналогичный вид τ\_max≤τ\_adm Максимальная абсолютная и относительная деформация не должна превышать допускаемой. Допуском называется – напряжение (деформации) гарантирующее безотказную работу конструкции. Отказ связывают с появлением остановочных деформаций. Для классических материалов коэффициент запаса n=1,4-1,5, для хрупких - n=2,4-2,8. Считают, что напряжение в сечении распределены равномерно. Условия прочности имеют вид τ\_max=F/S≤τ\_adm.

**23.) Деформация сдвига.**

Сдвиг — в сопротивлении материалов — вид продольной деформации бруса, возникающий в том случае, если сила прикладывается касательно его поверхности (при этом нижняя часть бруска закреплена неподвижно). Определяется величиной угла сдвига (тангенс (дельта икс \ дельта л)).

**24.) Моменты инерции плоских сечений. Моменты инерции круга и треугольника.**

Прочность конструкции при деформации зависит от прочности свойств, материала конструкции и от сечения материала. Момент инерции сечения относительно оси называются взятую по всей плотности сечения сумму произведений элементарных площадок на квадрат их расстояния до соответствующей точки оси.

**25.) Понятие о деформации кручения.**

Деформация кручения происходит при действии на стержень внешних пар сил, плоскости действия которых перпендикулярны оси стержня. При этом в поперечных сечениях стержня возникает только одна составляющая внутренних сил – крутящий момент Т. С явлением кручения встречаются при расчете валов, винтовых пружин и других элементов конструкций.На основании метода сечений крутящий момент Т в произвольном поперечном сечении стержня численно равен алгебраической сумме внешних Те скручивающих моментов, действующих на стержень по одну сторону от рассматриваемого сечения. Деформация при кручении стержней определяется углом поворота поперечных сечений относительно начального положения.

**26.) Понятие об изгибе прямолинейных стержней.**

Изгибу подвергаются стержни, когда действуют внешние силы перпендикулярно продольной оси или моменты внешних сил, плоскость действия которых совпадает с продольной осью. Касательная напряжения намного меньше нормальных и практически при расчётах их не учитывают, те расчёты ведут по нормальным напряжениям. Свойство материала (конструкции) сопротивляться усталости называется выносливостью.

**27.) Прочность при циклически изменяющихся напряжениях.**

Многие детали машин в процессе работы испытывают напряжения, циклически меняющиеся во времени. Так, например ось вагона, вращающаяся вместе с колесами, находятся под действием периодически меняющихся сил и испытывает циклически изменяющиеся напряжения, хотя внешние силы сохраняют свою величину.

**28.) Требования к конструкционным материалам.**

Качество детали и механизма зависит в значительной мере от правильного выбора материала. При выборе материала прежде всего учитывают эксплуатационные, технологические и экономические требования, предъявляемые к детали.

Эксплуатационные требования к материалу определяются условиями работы детали в механизме. К ним относятся прочность, износостойкость, жесткость, упругость, плотность, удельные характеристики, электропроводность, теплопроводность, коррозионная стойкость, жаропрочность и др.

Технологические требования к материалу определяют возможность изготовления деталей с минимальными трудозатратами. При изготовлении деталей методами обработки давлением (штамповка, прессование и т.д.) учитывают пластичность; при изготовлении литьем учитывают легкоплавкость и жидкотекучесть; при изготовлении методами механической обработки учитывают обрабатываемость резанием. К технологическим требованиям относят также термообрабатываемость – способность материала изменять механические свойства при термической (закалка, отпуск, отжиг) и термохимической (цементация, азотирование и т.д.) обработках и свариваемость – способность материала образовывать прочные соединения при сварке.

Экономические требования к материалу определяются его стоимостью и дефицитностью. Более веским экономическим требованием является себестоимость детали, которая включает как стоимость материала, так и производственные затраты на ее изготовление. Производственные затраты в значительной мере зависят от технологического процесса изготовления детали. Выбор технологии изготовления детали влияет и на выбор материала. При изготовлении конструктивных элементов механизмов используют черные металлы (стали и чугуны), цветные металлы и сплавы и неметаллические материалы.

**29.) Конструкционные материалы на основе железа.**

Черные металлы: к черным металлам относят железоуглеродистые сплавы на основе железа, которые в зависимости от содержания углерода делят на стали – до 2,14% углерода и чугуны – свыше 2,14% углерода.

Чугун - это сплав железа с углеродом, содержащие постоянные примеси марганца, кремния, фосфора и серы, а также при необходимости легирующие элементы.

В зависимости от структуры и состояния, в котором находится углерод, различают серые, белые и ковкие чугуны, но белые чугуны не применяются в качестве конструкционных материалов. Чугуны также классифицируют в зависимости от назначения – на конструкционные и со специальными свойствами; и от химсостава – на легированные и нелегированные.

Как конструкционный материал наиболее широко применяются серые чугуны, которые обладают средней прочностью, хорошими литейными и другими технологическими свойствами, мало чувствительны к концентрации переменных напряжений, антифрикционны. Для улучшения прочностных характеристик и получения особых эксплуатационных свойств в состав чугунов вводят легирующие элементы.

Стали – это деформируемые сплавы железа с углеродом и другими элементами. Сталь классифицируют на углеродистую и легированную. Углеродистую сталь делят на низкоуглеродистую, среднеуглеродистую и высокоуглеродистую. По химсоставу стали делят на углеродистые и легированные. По назначению стали делят на конструкционные, инструментальные и с особыми свойствами. По качеству стали делят на обыкновенные, качественные, высоко и особо высококачественные. По характеру застывания из жидкого состояния, степени раскисления различают спокойную, полуспокойную и кипящую стали.

**30.) Сплавы и конструкционные материалы на основе меди и алюминия.**

Чистый алюминий применяется редко, так как имеет низкую прочность. Чаще при изготовлении деталей применяют сплавы на основе алюминия. Они обладают малой плотностью, высокой электро- и теплопроводностью, коррозийной стойкостью и удельной прочностью. Сам алюминий или его сплавы широко применяются в виде прутков, листов и лент для изготовления деталей механизмов, а также широкое распространение получили в электротехнике для изготовления проводов. Алюминиевые сплавы в зависимости от технологических свойств делят на деформируемые и литейные. К недостаткам материала стоит отнести факт, что алюминий и его сплавы трудно паяются.

Медь в чистом виде характеризуется высокой электро- и теплопроводностью, хорошей обрабатываемостью давлением, небольшой прочностью и применяется для изготовления токопроводящих деталей. Более широкое применение получили медные сплавы: латунь и бронза. В латунях основным легирующим элементом является цинк, в бронзах – иные элементы.

**31.) Неметаллические конструкционные материалы.**

Из неметаллических материалов широко используют пластмассы. Пластмассами называют материалы, получаемые на основе, полимеров, которые при определенных температуре и давлении приобретают пластичность, а затем затвердевают, сохраняя форму при эксплуатации. Кроме связующего вещества в состав пластмасс входят наполнители, пластификаторы, отвердители, красители. Полимером служат различные смолы, которые в период формирования деталей находятся в вязкотекучем (жидком) или высокоэластичном состоянии, а при эксплуатации – в стеклообразном или кристаллическом состоянии.

Наполнители вводят в смолы для повышения механической прочности, теплостойкости, уменьшения усадки и снижения стоимости пластмассы. По поведению при нагреве полимеров пластмассы делят на термопластичные (термопласты) и термореактивные (реактопласты).

Термореактивные пластмассы не переходят в пластическое состояние при повторном нагревании.

Пластмассы являются хорошими электроизоляционными материалами. Для них характерна высокая химическая и коррозионная стойкость, малая плотность и теплостойкость. Они отличаются достаточной прочностью и упругостью. Детали, изготовленные из пластмасс, имеют блестящую гладкую поверхность разных цветов. Пластмассы значительно хуже, чем металлы, сопротивляются переменным нагрузкам; они подвержены тепловому, световому и атмосферному старению – процессу самопроизвольного необратимого изменения свойств. Большим достоинством пластмасс является их высокая технологичность, обеспечивающая значительное сокращение производственного цикла. Из пластмасс изготавливают зубчатые и червячные колеса, шкивы, подшипники, ролики, корпуса, зубчатые ремни, ручки управления и другие детали. Производство пластмасс развивается интенсивнее, чем таких традиционных материалов, как металлы. Это объясняется удешевлением изготовления, улучшением ряда основных параметров механизмов: уменьшением веса и инерционности звеньев, потерь на трение, повышением быстродействия.

**32) Понятия о термической и химико-термической обработки стали.**

Термической обработкой называется процесс изменения в заданном направлении структуры и свойств деталей из металлов и сплавов путем теплового воздействия. Тепловое воздействие может сочетаться с деформационным и химическим.

Отжиг заключается в нагреве выше критических температур, выдержке при данной температуре и последующем медленном охлаждении, обычно вместе с печью. Цели отжига – снизить твердость материала для повышения обрабатываемости, измельчить зерно, снять внутренние напряжения. Основные параметры: температуру нагрева, время выдержки и скорость охлаждения. Закалку проводят с целью повышения прочности и твердости деталей, ее можно применять для сталей, содержащих не менее 0,3% углерода. Закалка состоит из нагрева до температур фазовых превращений, выдержки и быстрого охлаждения в воде или масле. В процессе нагрева и охлаждения внутренние напряжения изменяются. Для снятия остаточных внутренних напряжений после закалки, повышения пластичности при сохранении достаточно высоких прочностных характеристик проводят отпуск (среднетемпературный, низкотемпературный, высокотемпературный).

Химико-термическая обработка – насыщение поверхностного слое при повышенных температурах за счёт явления диффузии атомами с целью повышение прочности, стойкости и т.д.

Виды: цементирование, барирование, оксидирование, хромирование и т.д.

**33.) Валы и оси**

Валы и оси предназначены для установки, крепления поддержания вращающихся деталей типа зубчатых колёс, кулачковых механизмов, фрикционные механизмы. Валы и оси по назначению являются ответственными деталями механизмов. На валы и оси действуют как поперечные, так и продольные силы. Вал всегда передаёт вращающий момент. Вал испытывает деформации кручения и изгиба. Ось, в отличии от вала, не передаёт вращающийся момент. Она может быть как подвижной, так и неподвижной. Ось испытывает деформацию изгиба. Валы и оси обычно изготавливаются из среднеуглеродистых сталей. Сталь 40,45,50, а также они могут изготавливаться из латуни, дюрами и т.д. В зависимости от положения продольной они различают: прямые, с ломаной геометрической осью (коленвалы), с гибкой осью.

В зависимости от изменения поперечного сечения различают: гладкие, ступенчатые, вал-зубчатое колесо, вал-червяк.

Ступенчатые валы обеспечивают удержание осевых нагрузок, удобны для монтажа, центрирования, обеспечивают ровнопрочность. Часть вала предназначена под опору называют цапфой.

В зависимости от цапфы: цилиндрические, конические и сферические.

Напряжение: τ=I/w\_p

Опоры предназначены для поддержания требуемого положения вращающихся валов и осей. Опоры воспринимают нагрузки действующие на валы и оси. К опорам предъявляются следующие требования: малые потери на трения, высокая точность обеспечения положения вала, оси, надежность, удобство сборки-разборки, низкая себестоимость.

Опоры бывают радиальные, осевые и радиально-упорные.

В зависимости от вида трения: опоры скольжения (опоры трения), опоры качения.

**34.) Опоры скольжения.**

В зависимости от направления воспринимаемой нагрузки, опоры скольжения бывают радиальными, упорными и радиально-упорными.

Опоры различают в зависимости от формы валов: сферические, конические и цилиндрические. Для уменьшения трения используют смазки. По наличию смазочного слоя различают: сухие трения, граничные трения, жидкостное трение и полужидкостное трение (поверхности разделены жидкостным слоем, но некоторые неровности соприкасаются). Достоинства:

- малые радиальные размеры

- малая чувствительность к вибрациям и ударам

- более высокие скорости вращения валов

Недостатки:

- относительно большие потери на трении

- значительные осевые размеры

**35.) Классификация опор качения**

Опорами называют устройства, поддерживающие вращающиеся валы и оси в требуемом положении. Они воспринимают и передают нагрузки от подвижных звеньев на корпус или плату. Точность и надежность механизма во многом определяются конструкцией опор.

Основными требованиями, предъявляемыми к опорам механизмов, являются: малые потери на трение, большая точность направления движения, износостойкость, малые габариты, простота сборки, надежность при различных условиях работы, низкая стоимость.

В зависимости от формы валов, опоры качения бывают: сферические, конические и цилиндрические.

В зависимости от формы тел качения различают: шарики и ролики. Роликовые подшипники имеют большую потерю на трение.

От количества рядов различают: однорядные, двухрядные, четырёхрядные опоры качения.

В зависимости от точности опоры качения делят на классы: нормальная точность – нулевой класс, повышенная точность – шестой класс, высокая точность – пятый класс, особо высокая точность – четвёртый класс, сверхвысокая – второй класс. В зависимости от величины воспринимаемой нагрузки подшипники качения делят на серии, которые отличаются габаритами и величиной нагрузки: лёгкая, сверхлёгкая, особо лёгкая, средняя, тяжёлая.

Достоинства опор качения:

- относительно малые потери на трение

- широчайший диапазон размеров и типов

- массовое производство, относительно низкая стойка.

Недостатки:

- чувствительность к ударам и вибрациям

**36) Выбор или подгон подшипников качения.**

Подшипник качения представляет собой готовый стандартный узел, основными элементами которого являются тела качения – шарики или ролики различной формы, установленные между кольцами – наружным и внутренним. Внутреннее кольцо насаживается на вал или ось, наружное – устанавливается в корпусе механизма. В процессе работы тела качения катятся по беговым дорожкам колец, геометрическая форма которых определяется формой тел качения. Основными размерами подшипника качения являются внутренний и наружный диаметры, ширина.

Достоинства: малые потери на трение, невысокая стоимость, широчайший диапазон размеров и типов, высокая степень взаимозаменяемости, простота монтажа и обслуживания, малая разница момента трения при пуске и установившемся движении, небольшие осевые размеры.

Недостатки: сравнительно большие радиальные размеры, высокая чувствительность к ударным и вибрационным нагрузкам, значительно меньшая, по сравнению с подшипниками скольжения, долговечность при больших частотах вращения и больших нагрузках.

Размеры подшипников качения ограничены стандартами. Тип подшипника выбирается с учетом величины и направления нагрузки, действующей на вал, характера нагрузки, частоты вращения, требуемого срока службы механизма, конструктивных особенностей и условий работы механизма.

Внутренний диаметр подшипника подбирают по диаметру вала. Основным критерием для выбора серии подшипника, при частоте вращения n > 1 об/мин, служит динамическая грузоподъемность.

**37) Специальные опоры**

К специальным опорам относят опоры с трением упругости, магнитные и др. Основным элементом опор с трением упругости является упругая проволока или лента, один конец которой прикреплен к неподвижному основанию, другой – к подвижной рамке прибора. В них практически отсутствует трение, они не нуждаются в смазке, нечувствительны к загрязнением. К недостаткам опор следует отнести: пониженную виброустойчивость, чувствительность к ударам и вибрациям, небольшие углы поворота подвижных элементов.

В магнитных опорах в зазоре между трущимися поверхностями действуют силы притяжения между магнитами, которые уравновешивают вес подвижных звеньев. В качестве цапф и втулок подшипников используются постоянные магниты из специальных сплавов или электромагниты. Магнитные опоры помимо малых потерь на трение могут работать при любых скоростях вращения. В силовых механизмах их не применяют из-за громоздкости магнитов, создающих усилия для подъема нагруженных валов. Используют магнитные опоры в электросчетчиках, приборах времени и других приборах.

**38) Резьбовые соединения.**

Резьбовыми называют соединения составных частей изделия с применением деталей, имеющих резьбу. Они наиболее распространены в приборо- и машиностроении. Резьбовые соединения бывают двух типов: соединения с помощью специальных резьбовых крепежных деталей (болтов, винтов, шпилек, гаек) и соединения свинчиванием соединяемых деталей, т.е. резьбы, нанесенной непосредственно на соединяемые детали.

Достоинствами резьбовых соединений являются простота, удобство сборки и разборки, широкая номенклатура, стандартизация и массовый характер производства крепежных резьбовых деталей, взаимозаменяемость, относительно невысокая стоимость и высокая надежность.

Недостатками резьбовых соединений являются: наличие напряжений во впадинах резьбы, что снижает прочность соединений; чувствительность к вибрационным и ударным воздействиям, которые могут привести к самоотвинчиванию и низкая точность взаимоположения соединяемых деталей. Различают цилиндрическую и коническую резьбы. По профилю выступа и канавки резьбы делятся на треугольные, трапецеидальные симметричные, трапецеидальные, упорные, прямоугольные и круглые.По назначению резьбы разделяют на крепежные, крепежно-уплотнительные и ходовые. Для стопорения резьбовых соединений используют: увеличение трения по поверхности контакта; введение запирающих элементов; пластическое деформирование; постановку винтов на краску, лак, эмаль.

**39) Штифтовые и шпоночные соединения**

Штифт (цилиндрический или конический) - стержень плотно устанавливаемый в общее отверстие соединяемых отверстий. Применяют для точной установки соединяемых деталей как дополнение к резьбовым и для передачи небольших нагрузок между соединяемыми деталями. Различают установочные и крепёжные штифтовые соединения. (похожи на деревянные выступы в мебели, которые служат для точного сбора мебели).

Достоинства:

- простота сборки и разборки

- высокая точность соединения

Недостатки:

- ослабления прочности соединяемых деталей за счёт отверстия по штифт.

- выпадение штифтов в процессе эксплуатации

Шпоночные соединения - предназначены для передачи вращательного и крутящего момента между валами и устанавливаемыми на них деталями типа зубчатое колесо. В зависимости от формы в приборостроении применяют призматические, сегментные и цилиндрические шпонки. Шпонки обычно изготавливают из среднеуглеродистых сталей.

Достоинства:

- удобство сборки \ разборки

- простота изготовления конструкции

- в отличие от штифтового, допускает осевое перемещение соединяемых деталей

Недостатки:

- ослабление прочности соединяемых деталей за счёт пазов под шпонку

**40) Шлицевые и профильные соединения.**

Шлицевые соединения – служат для передачи значительных вращательных моментов между валами и устанавливаемыми на них деталями. Шлицевое соединение можно условно представить как многошпоночное, шпонки которого выполнены вместе с валом. С помощью этого соединения можно обеспечить как подвижное (с осевым относительным перемещением), так и неподвижное скрепление деталей. В зависимости от формы поперечного сечения шлицев различают прямобочные, эвольвентные (зубчатые) и треугольные шлицевые соединения. Треугольные шлицы применяют для неподвижных соединений.

Достоинства:

- более высокая точность расположения соединяемых деталей, чем в шлицевых и шпоночных соединениях

- возможность передачи больших вращательных моментов, устанавливаемой на валу деталей

- допускают осевое перемещение

- отсутствие ослабления сечений

Недостатки:

- сложность изготовления соединяемых деталей

Профильным называется разъемное соединение, у которого ступица насаживается на фасонную поверхность вала. Простейшим таким соединением является соединение вала, имеющего на конце квадратные поперечные сечения с маховичком, рукояткой. Достоинствами таких соединений являются лучшее по сравнению со шпоночным центрирование и отсутствие концентраторов напряжений; к недостаткам следует отнести сложность и трудоемкость, относительно высокую стоимость изготовления фасонных поверхностей.

**41.) Сварные соединения**

Сваркой называют процесс соединения металлических или пластмассовых деталей путём образования межатомных соединениях при местном нагреве или совместном действии вышеназванных факторов. Соответственно различают термическую, механическую и термомеханическую сварки. Свариваемость материалов – это одно из технологических свойств материалов. Плохо свариваются высокоуглеродистые стали, к примеру, чугуны. В зависимости от способа нагрева в месте соединения различают следующие виды термической сварки: электродуговая, газовая сварка, лазерная сварка (для мельчайших размеров деталей). Механическая сварка происходит за счёт классического деформирования путём сжатия в месте соединения. На качество сварки влияет качество поверхности материалов. В зависимости от взаимного расположения соединяемых деталей различают сварные соединения встык, внахлёст, угловые и тавровые. Термомеханическая сварка – это варка при совместном действии нагрева и пластической деформации.

Достоинства:

- равнопрочность соединения

- возможность автоматизации процесса

- герметичность

- возможность соединения различных материалов и деталей разных форм

Недостатки:

- сложность контроля качества сварки

- возникновение в месте соединения остаточных напряжений, которые могут привезти к деформированию сварочного соединения

- чувствительность сварного соединения к динамическим воздействиям

Сварные соединения обозначают прямой линией, оканчивающейся стрелкой, направленной к сварному шву.

**42.) Заклёпочные соединения**

Заклепочные соединения выполняют с помощью специальных крепежных деталей – заклепок. Заклепка представляет собой цилиндрический стержень с двумя головками, одна из которых, называемая закладной, выполнена заранее, а вторая, замыкающая, получается в процессе сборки под ударами инструмента. Соединяемые детали при этом сильно сжимаются. Форма и размеры заклепок стандартизированы. Заклепочные соединения применяют для соединения трудносвариваемых металлов и разнородных материалов; в конструкциях, подверженных действию вибрационных и ударных нагрузок; для соединения металлических деталей с неметаллическими.

Различают следующие виды заклёпок: внахлёст, накладка и встык.

Достоинства:

- возможность соединять детали из разных металлов и даже из разных материалов

- малая чувствительность к динамическим воздействиям (ударам, вибрациям)

- лёгкий контроль качества соединения

Недостатки:

- трудоёмкость

- стойкость

**43) Паянные и клеевые соединения.**

Соединения с помощью тонкого слоя быстро твердеющего раствора клея. Слой клея должен наноситься как можно тоньше. Прочность оцениваются по прочности сцепления. По способу отвердевания:

- клея первой группы – с помощью растворителя

- клей – затвердевание происходит при понижении температуры.

- склеивание происходит в результате химической реакции.

Достоинства:

- возможность соединения материалов различных размеров

Недостатки:

- низкая прочность

- чувствительность к различным влияниям среды

Пайка – процесс соединения металлических металлизированных деталей с помощью вспомогательного материала (припоя) температура плавления которого намного меньше температуры плавления материала. Прочность паяного соединения определяется прочностью припоя и прочностью сцепления припоя с поверхностями детали. В зависимости от температуры плавления припои делят на:

- мягкие (450-500 градусов)

- твёрдые (больше 500 градусов)

В качестве припоя применяют сплавы (мягкие: оловянные ; твёрдые: никель, серебро, золото и т.д.)

Для улучшения сцепления поверхности поверхность очищают от грязи, окислов с помощью флюсов (канифоль).

Материалы на месте спайки не меняют структуры, не возникают дополнительных остаточных напряжений.

Недостатки:

- низкая прочность

С помощью пайки можно соединять не только металлические, но и керамические, стеклянные детали, предварительно нанеся на них металлический слой.

**44) Соединения заформовкой и запрессовкой**

Заформовка заключается в соединении металлических элементов (арматуры) со стеклом, пластмассами, резиной, легкоплавкими цинковыми, алюминиевыми и магниевыми сплавами путем погружения этих элементов в формуемый материал, находящийся в вязкотекучем пластичном или жидком состоянии. После застывания формуемого материала образуется неразъемное соединение.

Таким способом получают различные рукоятки, крышки, клеммовые держатели, детали для электроизмерительных, оптико-механических и электронных приборов. Прочность соединения определяется характером поверхности детали. Возможно получение соединения деталей в разным, часто противоположными, свойствами. Очень часто соединения заформовкой используют для удешевления, уменьшения массы. Прочность прессового соединения зависит от величины натяга. На прочность влияют температура, шероховатость, величина натяга. Прочность и плотность соединений обеспечивают выбором соответствующих форм погружаемой арматуры в виде кольцевых проточек, впадин, уступов, уширений, загибов, увеличивающих поверхности контакта и препятствующих ее выдергиванию.

Достоинства:

- в соединениях не нужно дополнительных крепёжных деталей.

- высокая точность.

Соединения запрессовкой получают путем создания гарантированного натяга между охватываемой и охватывающей поверхностями при сборке. После сборки вследствие упругих и пластических деформаций на поверхности контакта возникает удельное давление и соответствующие ему силы трения, препятствующие взаимному смещению деталей.

Сборка при соединении запрессовкой может осуществляться одним из трех способов: прессование без нагрева, с нагревом втулки или с охлаждением вала.

Достоинствами соединений запрессовкой являются:

- отсутствие дополнительных креплений

- простота конструкции

- хорошая центровка сопрягаемых деталей

- возможность передачи значительных осевых усилий и крутящих моментов.

К недостаткам соединений относятся:

- высокие точность и стоимость изготовления соединяемых деталей

- сложность сборки

- влияние величины натяга, коэффициента трения и рабочих температур на прочность соединения.

**45.) Постоянные муфты**

Для соединения концов валом без изменения концов валов используют муфты. Муфты также используют для соединения валов со свободно вращающихся на них деталей. Муфты выполняют следующие функции:

- служат в качестве предохранительных устройств

- компенсируют погрешности, неточность валов

- компенсируют динамические напряжения

- передают движения в одном направлении

Муфты классифицируют на:

- постоянные

- управляемые (напрямую или дистанционно)

- самоуправляемые

Постоянные муфты:

На практике вследствие неточности изготовления и сборки могут наблюдаться несносность.

Компенсационные муфты:

Постоянная упругая муфта предназначена для уменьшения динамических воздействий в моменты включения и остановок.

Достоинства:

- при резких изменениях кинетической энергии, происходит смягчение передачи вращения за счёт упругой деформации.

**46) Управляемые муфты.**

С помощью управляемых, называемых также сцепными, муфт можно в процессе работы соединять и разъединять валы. Управляемые муфты - передают или прекращают передачу вращательного движения по команде. Различают ручные или дистанционные муфты. Муфты с ручным управлением практически не применяются в дистанционно управляемых системах, системах автоматики, различных приводах периферийных устройств ЭВМ. Из управляемых сцепных муфт наиболее применимы электромагнитные фрикционные и порошковые, обладающие высоким быстродействием и возможностью регулирования передаваемого момента. Эти муфты используются дополнительно в качестве предохранительных и тормозных устройств. Наиболее широко используются фрикционные электромагнитные муфты. Они обеспечивают плавное сцепление и расцепление валов при любых скоростях. Использование пьезокристаллических муфт позволяет увеличить быстродействие при соединении валов, что особенно важно в системах управления, обработки информации. Принцип их действия основан на изменении размеров пьезокристалла под действием постоянного тока.

**47) Самоуправляемые муфты**

Самоуправляемые муфты - муфты, которые при определённых условиях передают или прекращают вращательно движения между валами и соединяемыми деталями (автоматически соединяют или разъединяют валы). Такие муфты нормализованы и выполнены в соответствии с ГОСТами. Они обеспечивают бесшумную работу и обладают высокой нагрузочной способностью. Самоуправляемые муфты некоторым образом похожи на фрикционные сцепные муфты, т.к. в этих муфтах, при перегрузках, будет происходить проскальзывание полумуфт с автоматическим разъединением валов.

**48) Классификация. Параметров упругих элементов**

Упругими элементами называют конструкции позволяющие получить значительные упругие деформации. К ним относят: пружины, мембраны, устройства амортизации.

По назначению упругие элементы делят на: силовые, измерительные, элементы упругих связей.

Силовые упругие элементы предназначены для прижатия звеньев, возврата звеньев в исходное положение, накопление механической энергии (используются в качестве механических двигателей). Измерительные упругие элементы предназначены для измерения масс, температур, сил давления. Элементы упругих связей служат для замены жестких соединений между звеньями упругими, для смещения упругой деформации. В зависимости от испытываемых деформаций, упругие элементы различают на элементы, испытывающие кручение, изгиб и сложную деформацию.

В зависимости от конструктивных особенностей различают на: стержневые и оболочковые.

Упругая характеристика один из основных параметров упругих элементов. В зависимости деформации от нагрузки различают: линейную упругую характеристику и нелинейную упругую характеристику

В зависимости от режимов термообработки этого материала, от нагрузки, действующей на элементы наблюдается нелинейная упругая характеристика. Применение высокоуглеродистой стали, инструментальные стали, легированные стали, бронзы и латуни. Жесткость – характеристика силовых упругих элементов. Чувствительность – величина деформации, полученной при действии единичной нагрузки.

**49) Винтовые пружины**

Наиболее широко из упругих элементов в приборо- и машиностроении используются винтовые пружины. Она просты и компактны по конструкции, надежны в работе. Их изготавливают путем холодной и горячей навивки проволоки с круглым, квадратным или прямоугольным поперечным сечением на специальные оправки. Винтовые пружины получают путём навивки стержней хрупкого, прямоугольного или квадратного сечения на цилиндрические или конические отправки в холодном или горячем состоянии. Различают винтовые пружины сжатия (растяжения) и пружины кручения. Основными размерами винтовых пружин являются: диаметр проволоки; наружный диаметр; шаг витков; число витков ; длина пружины в свободном (ненагруженном) состоянии.

**50) Плоские пружины**

Плоские прямые пружины применяют, когда необходимы небольшие усилия и перемещения, например, в различных контактных устройствах. Сечение таких пружин чаще всего прямоугольное. При конструировании плоским пружинам всегда можно придать удобную для размещения в устройстве форму. Большой недостаток этих пружин – невозможность получения при малых деформациях достаточно больших усилий. Для обеспечения значительных усилий при малом прогибе применяют пружины с предварительным натяжением. Биметаллические плоские пружины получают путем сварки, пайки или совместной прокатки двух пластин из металлов с разными температурными коэффициентами линейного расширения. Принцип их действия основан на возникновении деформации изгиба при нагреве или охлаждении.

**51) Оболочковые упругие элементы**

Мембраной называют тонкую упругую, чаще всего круглую, плоскую или гофрированную пластину, закрепленную по краям. Она бывает металлической или неметаллической. Мембраны применяют в качестве упругих элементов в муфтах, чувствительных элементов систем для измерения давления, в микрофонах, телефонах, тормозных устройствах. Мембраны могут изготавливаться как из твердых материалов, так и из резины. Плоские мембраны имеют большую жесткость и очень малый прогиб. В гофрированных мембранах концентричные волнообразные складки могут быть выполнены различного профиля. Две гофрированные мембраны, сваренные или спаянные по буртику, образуют мембранную коробку, которая позволяет увеличить чувствительность упругого элемента. Неметаллические мембраны менее долговечны, их свойства сильно зависят от температуры и времени эксплуатации.

Сильфонами называются тонкостенные цилиндрические сосуды, стенки которых имеют волнообразные складки (гофры). Они применяются для измерения давления, герметизации подвижных соединений, в качестве сосудов переменной емкости, упругих соединений трубопроводов. По сравнению с мембраной сильфоны имеют большие габариты и более сложны в изготовлении.

Трубчатые пружины применяют для измерения избыточного давления или вакуума. Вследствие сложности изготовления трубчатые пружины используются редко.

Для предохранения механизмов, устройств от вредного воздействия колебаний и ударов применяются амортизаторы - простейшие резиновые упоры, которые защищают многие механизмы и устройства от колебаний, ударов, которые могут привести к погрешностям перемещений звеньев или к их разрушениям. Наиболее надежными амортизаторами являются пружинные и металлорезиновые. При подборе амортизаторов определяют их жесткость.