

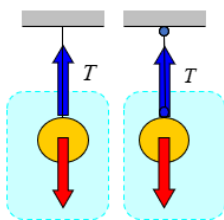
## Вопрос 1. Что такое связи и реакции?

**Связь** — это все то, что ограничивает перемещение данного тела. Если тело не свободно, то говорят на него наложены связи.

**Реакция связи** — это сила, с которой связь препятствует перемещению тела. Реакция связи направлена в сторону противоположную той, куда связь не дает перемещаться телу.

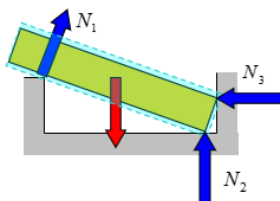
## Вопрос 2. Какие типы связей и реакций есть в теоретической механике?

### 1. Нить, шарнирный стержень:



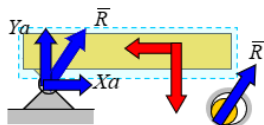
Реакция нити (стержня) направлена по нити (по стержню).

### 2. Абсолютно гладкая поверхность:



Реакция гладкой поверхности направлена по общей нормали к поверхностям соприкасающихся тел

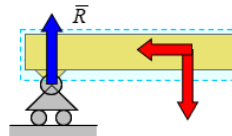
### 3. Неподвижный цилиндрический шарнир:



Реакция неподвижного шарнира проходит

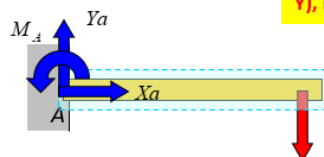
Реакцию неподвижного шарнира можно разложить на две составляющие, например,  $R_x$  и  $R_y$ , параллельные координатным осям.

### 4. Подвижный цилиндрический шарнир:



Реакция подвижного шарнира проходит через центр шарнира перпендикулярно оси шарнира и плоскости опоры.

### 5. Жесткая плоская заделка:



В жесткой плоской заделке возникают две силы реакции, направленные по двум осям ( $X$  и  $Y$ ), и момент  $M_A$ .

Вопрос 3. Что такое момент сил?

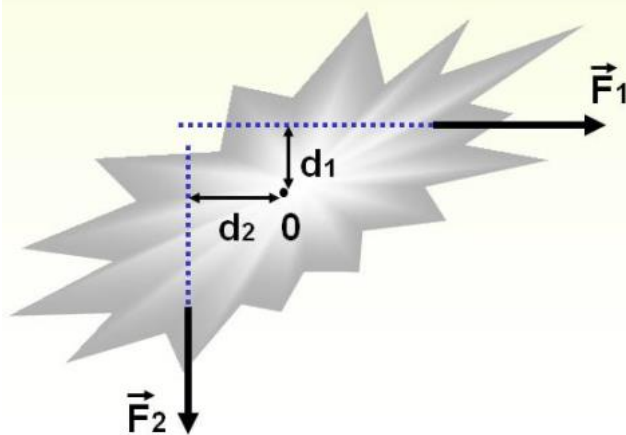
**Момент силы** — векторная физическая величина, равная векторному произведению величины силы на плечо силы.

## Статика

Момент силы – это величина, равная произведению модуля силы на плечо силы.

$$M = F \cdot d$$

$$[M] = H \cdot m$$



Плечо силы ( $d$ ) – кратчайшее расстояние от линии действия силы до оси вращения.

Вопрос 4. Какие переменные входят в уравнение равновесия тел?

Для полученной плоской произвольной системы сил можно составить три уравнения равновесия:

$$\sum F_{KX} = 0, \sum F_{KY} = 0, \sum M_O(\vec{F}_K) = 0,$$

Вопрос 5. Правила вывода уравнений равновесия?

**Р** – разделяем конструкцию на отдельные тела

**О** – отбрасываем внешние связи

**З** – заменяем отброшенные внешние и внутренние связи их реакциями, причем реакции внутренних связей указываем с учетом аксиомы - действие равно противодействию

**У** – уравниваем (рассматриваем равновесие каждого тела конструкции в отдельности)

Вопрос 6. Что такое кинематика точки?

**Кинематика точки** — раздел кинематики, изучающий математическое описание движения материальных точек.

Вопрос 7. Что такое деталь?

**Деталь** - изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций. Наименьшая неделимая (не разбираемая) часть машины, агрегата, механизма, прибора, узла (шестерня, вал, болт, гайка, шкив).

Вопрос 8. Что такое звено?

**Звено** — группа деталей, образующая подвижную или неподвижную относительно друг друга механическую систему тел (шатун).

Вопрос 9. Что такое сборочная единица?

**Сборочная единица** — изделие или часть его (часть машины), составные части которого подлежат соединению между собой (собираются) на предприятии изготовителе (смежном предприятии).  
**!!!** Сборочная единица имеет, как правило, определенное функциональное назначение.

Вопрос 10. Что такое узел?

**Узел** — законченная сборочная единица, состоящая из деталей общего функционального назначения. (тормоза, подвеска)

Вопрос 11. На какие группы делятся детали и узлы?

**1. Соединительные детали и Соединения:**

- **неразъемные** (сварные, заклепочные, клеевые и др.);

- **разъемные** (резьбовые, шпоночные);

**2. Передачи вращательного движения** (зубчатые, ременные, цепные и др.);

**3. Детали и Узлы, обслуживающие передачи** (валы, оси, подшипники и др.).

Вопрос 12. Что такое механизм?

**Механизм** – искусственно созданная система материальных тел, предназначенная для преобразования движения одного или нескольких тел в требуемое (необходимое) движение других тел.

Вопрос 13. Что такое агрегат?

**Агрегат** – унифицированный функциональный узел, обладающий полной взаимозаменяемостью и выполняющий определенные функции в процессе работы машины.  
(например, в автомобиле: двигатель, топливоподающий насос.)

Вопрос 14. Что такое аппарат?

**АППАРАТ** – прибор, техническое устройство, приспособление, обычно некая автономно-функциональная часть более сложной системы. (химический аппарат, водоопреснительный аппарат, сварочный аппарат) (хз что за примеры, просто там есть слово аппарат)

### Вопрос 15. Что такое машина?

**Машина** – система деталей, совершающая механическое движение для преобразования энергии, материалов или информации с целью облегчения труда. (автомобиль, вычислительная машина, стиральная машина)

**!!!** Машина характерна наличием источника энергии и требует присутствия оператора для своего управления.

### Вопрос 16. Что такое автомат?

**Автомат** – машина, работающая по заданной программе без оператора. (игровой автомат, телефонный автомат (т.е. туда денюжку бросаешь и звонишь), банкомат, возможно, тоже автомат)

### Вопрос 17. Что такое робот?

**Робот** – машина, имеющая систему управления, позволяющую ей самостоятельно принимать исполнительские решения в заданном диапазоне. (марсоход и луноход, роботы-манипуляторы)

Вопрос 18. На какие классы по функциональному назначению делятся машины?

### **1. Энергетические машины:**

- *машины-двигатели* – предназначенные для преобразования энергии любого вида в энергию механического движения (двигатели внутреннего сгорания, электродвигатели);

- *машины-генераторы* – для преобразования механической энергии в другой вид (электричество например);

**2. Технологические машины**, предназначенные для изменения размеров, формы, свойства или состояния предмета (металлообрабатывающие станки, прессы, машины пищевой, горной, текстильной, полиграфической, химической промышленности и др.);

**3. Транспортные машины**, предназначенные для перемещения грузов, людей и изделий. Эти машины подразделяют на:

- *транспортные средства* (наземные, водные, воздушные, космические);

- *подъёмно-транспортные машины* (подъемные краны, эскалаторы, конвейеры и т. п.);

**4. Информационные машины**, предназначенные для получения и преобразования информации. Информационные машины выполняют контрольно-измерительные операции, функции регулирования и управления технологическими процессами.

Вопрос 19. Какие существуют требования к машинам и критерии их качества?

- **технологические требования;**
- **экономические требования;**
- **эксплуатационные требования.**

**!!!** Степень соответствия требованиям характеризуют критерии качества – некие конкретные параметры, т.е. измеряемые или вычисляемые величины.

- **Технологичность** – изготовление изделия при минимальных затратах труда, времени и средств при полном соответствии своему назначению.
- **Экономичность** – минимальная стоимость производства и эксплуатации.
- **Работоспособность** – состояние объекта, при котором он способен выполнять заданные функции.
- **Надёжность** – свойство объекта сохранять во времени способность к выполнению заданных функций.

Вопрос 20. Какие существуют критерии качества машин?

- **Мощность** – скорость преобразования энергии;
- **Производительность** – объём работы (продукции, информации), выполняемой в единицу времени;
- **КПД** – доля дошедшей до потребителя энергии (мощности);
- **Габариты** – предельные размеры;
- **Энергоёмкость** - расход топлива или электричества отнесённый к объёму работы (пройденному расстоянию, произведённой продукции);
- **Материалоёмкость** – количество конструкционного материала машины, обычно отнесённого к единице мощности;
- **Точность** – способность максимально соответствовать заданному положению (скорости и т.п.);
- **Плавность хода** – минимальные ускорения при работе машины.



Вопрос 21. Какие существуют виды нагрузок на детали машин?

- **рабочие усилия;**
- **силы инерции;**
- **силы трения;**
- **ударные нагрузки;**
- **усилия, возникающие при изготовлении детали;**
- **усилия, возникающие при сборке;**
- **силы от температурных деформаций;**
- **силы собственного веса детали;**
- **атмосферные нагрузки.**

**Номинальная нагрузка** — это наибольшая из длительно действующих нагрузок на сечение детали.

Расчетная нагрузка получается умножением номинальной на коэффициент нагрузки.

Вопрос 22. Какие существуют условия нормальной работы деталей и машин?

1) **РАБОТОСПОСОБНОСТЬ** характеризуется:

- **Прочностью** – способность детали сопротивляться разрушению или необратимому изменению формы (деформации);
- **Жёсткостью** – способность детали сопротивляться любой деформации;
- **Износостойкостью** – способность сохранять первоначальную форму своей поверхности, сопротивляясь износу;
- **Теплостойкостью** – способность сохранять свои свойства при действии высоких температур;
- **Виброустойчивость** – способность работать в нужном диапазоне режимов без недопустимых колебаний.

2) Свойство **НАДЁЖНОСТИ** количественно оценивается следующими показателями:

- **наработкой на отказ** (среднее время работы изделия между двумя, соседними по времени отказами),
- **коэффициентом готовности или коэффициентом технического использования** (отношение времени работы изделия к сумме времен работы, обслуживания и ремонта в течение заданного срока эксплуатации),
- **вероятностью безотказной работы.**

Вопрос 23. Какую машину можно считать надежной?

- **Безотказность** – способность сохранять свои эксплуатационные показатели в течение заданной наработки без вынужденных перерывов.
- **Долговечность** – способность сохранять заданные показатели до предельного состояния с необходимыми перерывами для ремонтов и технического обслуживания.
- **Ремонтопригодность** – приспособленность изделия к предупреждению, обнаружению и устранению отказов и неисправностей посредством техобслуживания и ремонта.
- **Сохраняемость** – способность сохранять требуемые эксплуатационные показатели после установленного срока хранения и транспортирования.

Вопрос 24. Классификация деталей машин?

- **Передачи** предназначены для передачи и преобразования движения, энергии в машинах;
- **Валы** служат для передачи вращающего момента вдоль своей оси и для поддержания вращающихся деталей передач (зубчатые колёса, шкивы звёздочки), устанавливаемых на валах. **Оси** служат для поддержания вращающихся, деталей без передачи полезных вращающих моментов;
- **Опоры** служат для установки валов и осей;
- **Подшипники**. Предназначены для закрепления валов и осей в пространстве. Оставляют валам и осям только одну степень свободы - вращение вокруг собственной оси. Подшипники делятся на:  
**а) качения; б) скольжения.**

- **Муфты** предназначены для передачи крутящего момента с одного вала на другой. Муфты бывают **постоянными**, не допускающие разъединения валов при работе машин и **сцепные**, допускающие сцепление и расцепление валов.
- **Соединительные детали (Соединения)** соединяют детали между собой. Они бывают двух видов:
  - а) разъемные** - их можно разобрать без разрушения. (резьбовые, штифтовые, шпоночные, шлицевые, клеммовые);
  - б) неразъемные** - разъединение деталей невозможно без их разрушения или связано с опасностью их повреждения. (сварочное, клеевое, заклепочное, прессовое соединения);
- **Упругие элементы.** Их применяют: **а)** для защиты от вибраций и ударов; **б)** для совершения в течение длительного времени полезной работы путем предварительного аккумуляирования или накопления энергии (пружины в часах); **в)** для создания натяга, осуществления обратного хода в кулачковых и других механизмах и т.д.
- **Корпусные детали** организуют внутри себя пространство для размещения всех остальных деталей, обеспечивают их защиту.
- **Детали специфические.** К ним можно отнести механизмы управления, устройства для защиты от загрязнений, для смазывания и т.д.

## Вопрос 25. Типы шпоночных соединений, их преимущества и недостатки?

Типы шпонок:

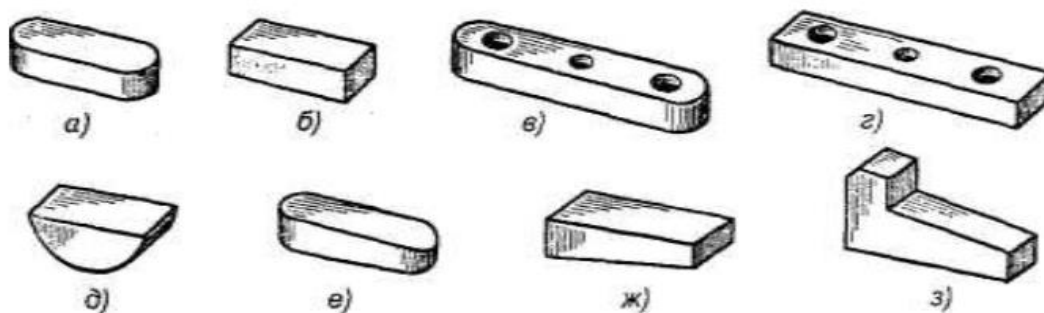
**Призматические шпонки** (а, в — шпонки со скругленными торцами, б, г — шпонки с плоскими торцами) - имеют параллельные грани. Они закладываются в паз на валу и не удерживают ступицу от осевого смещения. Рабочими гранями призматической шпонки являются боковые грани. Соединение является ненапряженным, поэтому для обеспечения центрирования и исключения контактной коррозии рекомендуется ступицы устанавливать на вал с натягом.

**Сегментные шпонки** (д — сегментная шпонка) - представляют собой сегментную пластину, закладываемую в паз на валу соответствующей формы, выполненный с помощью фрезерования. Сегментные шпонки удобны при сборке и разборке, просты в изготовлении, менее чувствительны к точности изготовления из-за большей, чем у призматических шпонок глубины паза. В то же время большая глубина паза сильнее ослабляет вал, поэтому их применяют при сравнительно небольших крутящих моментах и только для неподвижных соединений.

**Клиновидные шпонки** (е, ж, з — клиновые шпонки) - имеют уклон верхней грани 1:100. Такую шпонку устанавливают в паз и ударным способом загоняют на место, обеспечивая напряженное соединение. Клиновидная шпонка распирает соединение, вызывая силу прижатия, которая обеспечивает совместное вращение вала и ступицы за счет сил трения. Рабочими гранями являются верхняя и нижняя грани клиновидной шпонки.

Основные недостатки клиновых шпонок: обязательная индивидуальная подгонка, что недопустимо при массовом производстве; наличие радиального смещения оси насаживаемой детали по отношению к оси вала, что вызывает дополнительное биение. Поэтому они применяются сравнительно редко — в основном в тихоходных передачах низкой точности и только для неподвижных соединений.

**Цилиндрические шпонки** - представляют собой цилиндрические штифты, устанавливаемые с натягом, отверстия под которые высверливаются на торце вала при сборке. Их можно использовать, только если ступица располагается на конце вала. Обычно это валы малой длины. К недостаткам следует отнести неудобство демонтажа.



**Достоинства шпоночных соединений** – простота конструкции и сравнительная легкость монтажа и демонтажа, поэтому их используют практически во всех отраслях машиностроения.

**Недостатки шпоночных соединений** – сильное ослабление вала и ступицы. Ослабление обусловлено не только уменьшением его поперечного сечения, но и значительной концентрацией напряжения, вызываемой шпоночным пазом, что приводит к снижению усталостной прочности вала.

Вопрос 26. Особенности соединения с сегментной шпонкой.

Сегментные шпонки можно считать разновидностью призматических шпонок. Глубокая посадка шпонки обеспечивает ей более устойчивое положение по сравнению с призматической шпонкой, однако глубокий паз также и значительно ослабляет вал, поэтому сегментные шпонки применяют, в основном, для закрепления деталей на малонагруженных участках вала.

Сегментные шпонки удобны при сборке и разборке, просты в изготовлении, менее чувствительны к точности изготовления из-за большей, чем у призматических шпонок глубины паза. В то же время большая глубина паза сильнее ослабляет вал, поэтому их применяют при сравнительно небольших крутящих моментах и только для неподвижных соединений.

Сегментные шпонки имеют фиксированную длину, поэтому на длинных ступицах можно устанавливать несколько шпонок, при условии, что пазы будут располагаться в одной плоскости.

Сегментные шпонки работают на смятие и срез.

Вопрос 27. Перечислить звенья, входящие в простейшие зубчатые механизмы?

**Простой зубчатый механизм** — это трехзвенный механизм, состоящий из двух зубчатых колес и стойки.

Ведущее звено простого зубчатого механизма называется **шестерня**, а ведомое звено — **зубчатое колесо**.

Работа простых зубчатых механизмов основана на использовании принципа рычага, т. е. **преобразование движения осуществляется посредством нажатия зубьев шестерни на зубья колеса**.

Вопрос 28. Перечислить звенья, входящие в сложные зубчатые механизмы?

**Сложный зубчатый механизм** — это зубчатый механизм, образованный числом зубчатых колес больше двух.

При проектировании зубчатых механизмов многих машин и приборов возникает необходимость обеспечить передачу вращения с большим передаточным отношением или при значительных межосевых расстояниях. В таких случаях применяют многозвенные зубчатые механизмы — либо редукторы, снижающие скорость вращения выходного вала по сравнению со скоростью входного звена, либо мультипликаторы, повышающие ее.

В сложном зубчатом механизме существуют **входные и выходные звенья**.

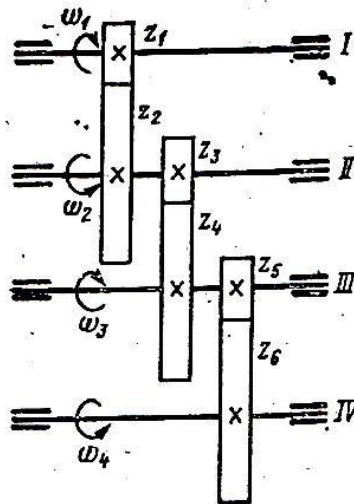
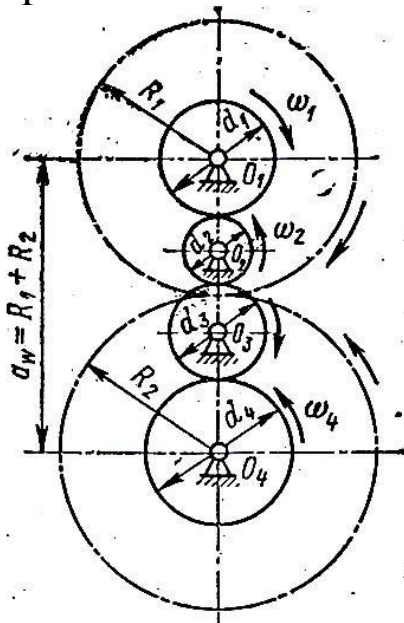
**Многозвенные зубчатые механизмы подразделяются на два вида:** 1) механизмы с неподвижными осями всех колес (рядовые и ступенчатые зубчатые механизмы); 2) механизмы, в которых оси отдельных колес перемещаются относительно стойки (планетарные и дифференциальные механизмы).



Вопрос 29. Цель использования многоступенчатых передач.

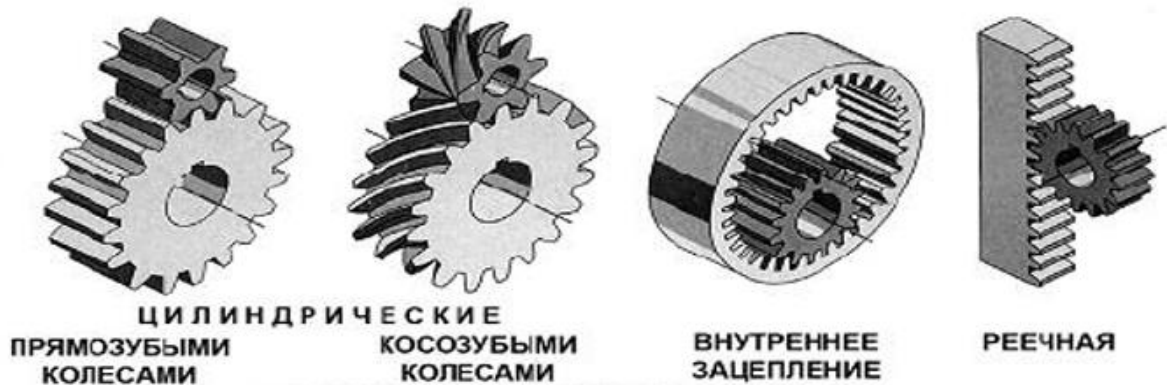
Многоступенчатая зубчатая передача предназначена для **последовательного, ступенчатого** изменения частоты вращения и соответствующего изменения моментов сил от ведущего вала к ведомому посредством нескольких пар зубчатых колес.

**!!!** Главным достоинством многоступенчатых зубчатых передач по сравнению с одноступенчатыми является возможность получения больших передаточных отношений при небольших габаритах передачи.



Вопрос 30. Перечислить основные типы зубчатых передач.  
По расположению осей валов различают передачи:

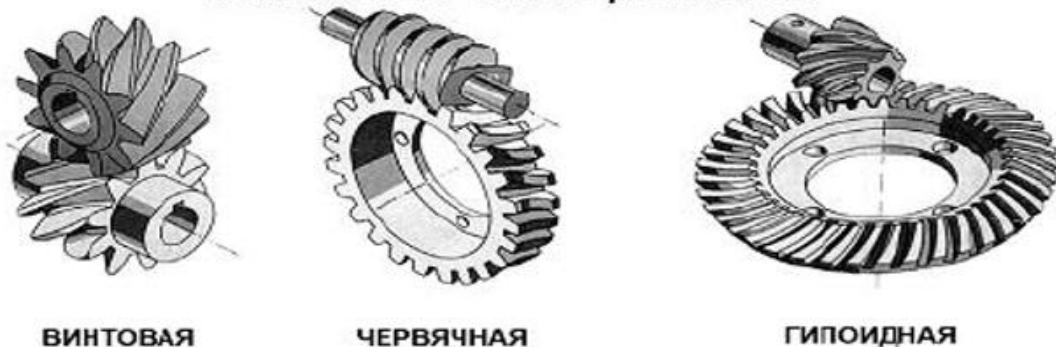
1. **с параллельными осями** (которые выполняют с цилиндрическими колесами внешнего или внутреннего зацепления);
2. **с пересекающимися осями** (конические колеса);
3. **с перекрещивающимися осями** (цилиндрические винтовые, конические гипоидные).



**ОСИ КОЛЕС ПЕРЕСЕКАЮТСЯ**



**ОСИ КОЛЕС СКРЕЩИВАЮТСЯ**



Вопрос 31. В чем достоинства и недостатки прямозубых и косозубых зубчатых колес?

**Прямозубые колёса** — самый распространённый вид зубчатых колёс.

Зубья расположены в радиальных плоскостях, а линия контакта зубьев обеих шестерён параллельна оси вращения. При этом оси обеих шестерён также должны располагаться строго параллельно. Прямозубые колеса имеют наименьшую стоимость, но, в то же время, предельный крутящий момент таких колес ниже, чем косозубых и шевронных.

#### **Косозубые колёса:**

*Достоинства:*

- зацепление таких колёс происходит плавнее, чем у прямозубых, и с меньшим шумом.
- площадь контакта увеличена по сравнению с прямозубой передачей, таким образом, предельный крутящий момент, передаваемый зубчатой парой, тоже больше.

*Недостатки:*

- при работе косозубого колеса возникает механическая сила, направленная вдоль оси, что вызывает необходимость применения для установки вала упорных подшипников;
- увеличение площади трения зубьев (что вызывает дополнительные потери мощности на нагрев), которое компенсируется применением специальных смазок.

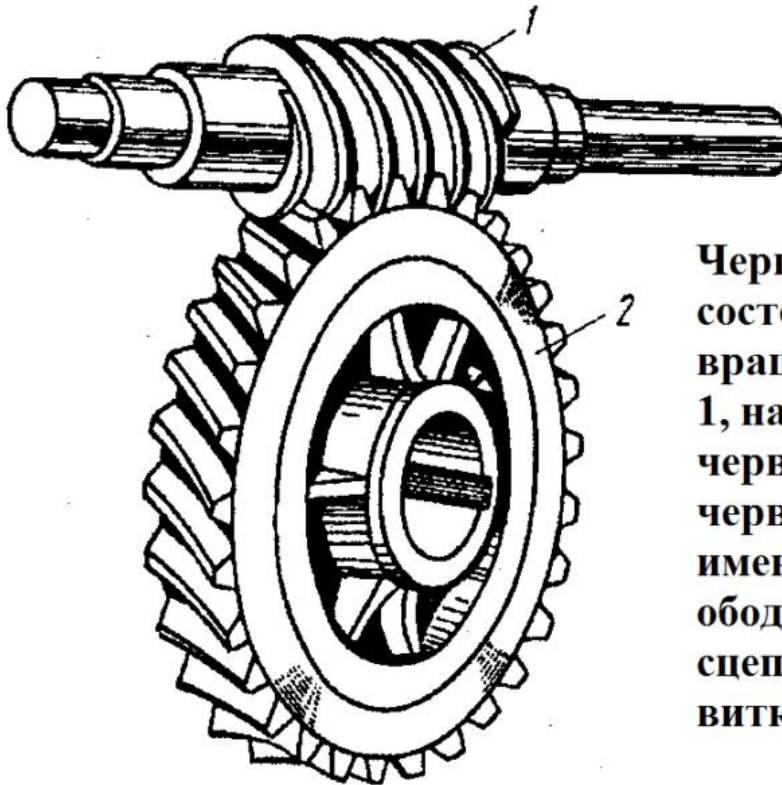
Вопрос 32. Как определить передаточное число зубчатой передачи?

Число зубьев	$Z$	Целое положительное число
Передаточное отношение	$i$	$i = \frac{\omega_A}{\omega_B} = \frac{n_A}{n_B} = \frac{z_A}{z_B}$

Вопрос 33. Принцип действия червячной передачи?

**Червячная передача (зубчато-винтовая передача)** — механическая передача, осуществляющаяся зацеплением червяка и сопряжённого с ним червячного колеса. Передача предназначена для существенного увеличения крутящего момента и, соответственно, уменьшения угловой скорости. Ведущим звеном является червяк.

Вопрос 34. Конструкция червячной передачи?

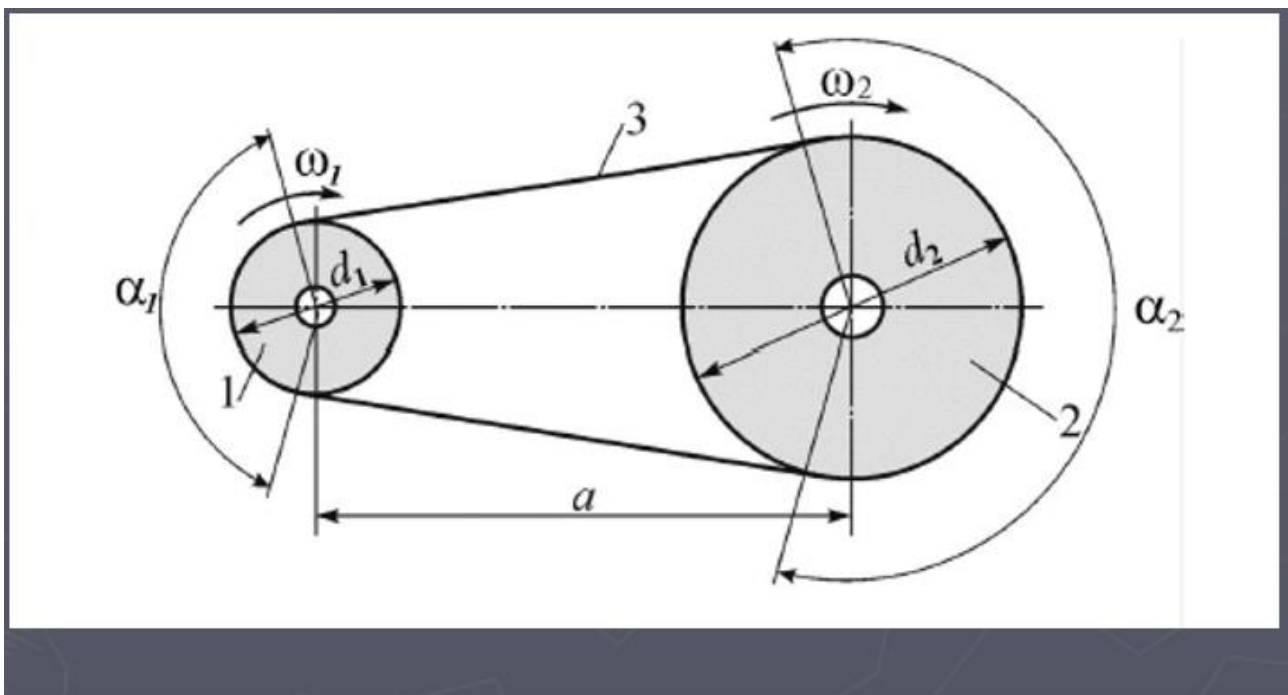


Червячная передача состоит из вращающегося винта 1, называемого червяком, и червячного колеса 2, имеющего на своем ободе зубья, сцепляющиеся с витками червяка.

Вопрос 35. Принцип действия ременной передачи?

**Ременная передача** – это механизм, предназначенный для передачи вращательного движения посредством фрикционного взаимодействия или зубчатого зацепления замкнутой гибкой связи – ремня с жесткими звеньями – шкивами, закрепленными на входном и выходном, валах механизма.

Вопрос 36. Конструкция ременной передачи?



1 – малый шкив; 2 – большой шкив; 3 – ремень;  $a$  – межосевое расстояние;  $\alpha_1$  – малый угол обхвата;  $\alpha_2$  – большой угол обхвата;  $\omega$  – угловая скорость.

### Вопрос 37. Принцип действия цепной передачи?

**Цепная передача** — это передача механической энергии при помощи гибкого элемента — цепи, за счёт сил зацепления.

Цепная передача, как и ременная, принадлежит к числу передач с гибкой связью. Гибким звеном в этом случае является цепь, входящая в зацепление с зубьями звездочек. Цепь состоит из соединенных шарнирами звеньев, которые обеспечивают подвижность или «гибкость» цепи. Зацепление обеспечивает ряд преимуществ по сравнению с ременной передачей. Служат для передачи вращения между удаленными друг от друга параллельными валами. Цепь в отличие от ремней изгибается только в одной плоскости, поэтому звездочки устанавливаются на строго параллельных валах.

### Вопрос 38. Конструкция цепной передачи?

Состоит из ведущей и ведомой звездочки и цепи. Цепь состоит из подвижных звеньев. В замкнутое кольцо для передачи непрерывного вращательного движения концы цепи соединяются с помощью специального разборного звена.

Обычно число зубьев на звёздочках и число звеньев цепи стремятся делать взаимно простыми, что обеспечивает равномерность износа: каждый зуб звёздочки будет поочерёдно работать со всеми звеньями цепи.



### Вопрос 39. Критерии работоспособности передач?

#### **Зубчатые передачи:**

Основными критериями работоспособности зубчатых передач являются контактная прочность рабочих поверхностей зубьев и прочность зубьев при изгибе.

#### **Ременные передачи:**

Тяговая способность и долговечность ремня являются основными критериями работоспособности ременной передачи.

#### **Цепные передачи:**

Основным критерием работоспособности приводных цепей является износостойкость их шарниров и износ зубьев звездочек.

### Вопрос 40. Преимущества и недостатки каждого типа передач?

#### **Основные достоинства зубчатых передач по сравнению с другими передачами:**

- технологичность, постоянство передаточного числа;
- высокая нагрузочная способность
- высокий КПД
- малые габаритные размеры по сравнению с другими видами передач при равных условиях;
- большая надежность в работе, простота обслуживания;
- сравнительно малые нагрузки на валы и опоры.

#### **К недостаткам зубчатых передач следует отнести:**

- невозможность бесступенчатого изменения передаточного числа;
- высокие требования к точности изготовления и монтажа;
- шум при больших скоростях; плохие амортизирующие свойства;
- громоздкость при больших расстояниях между осями ведущего и ведомого валов;
- потребность в специальном оборудовании и инструменте для нарезания зубьев;
- высокая жесткость, не позволяющая компенсировать динамические нагрузки;
- нерациональное использование зубьев – в работе передачи одновременно участвуют обычно не более двух зубьев каждого из зацепляющихся колёс;
- зубчатая передача не предохраняет машину от возможных опасных перегрузок.

### **Основные достоинства ременных передач по сравнению с другими передачами:**

- возможность расположения ведущего и ведомого шкивов на больших расстояниях
- плавность хода;
- бесшумность работы передачи, обусловленные эластичностью ремня;
- малая чувствительность к толчкам и ударам, а также к перегрузкам, способность пробуксовывать;
- предохранение механизмов от резких колебаний нагрузки вследствие упругости ремня;
- пониженные требования к точности взаимного расположения валов передачи;
- возможность работы при высоких оборотах;
- способность самопредохранения от неучтенных перегрузок, благодаря возможности пробуксовки ремня на шкивах;
- простота конструкции
- дешевизна.

### **К недостаткам ременных передач следует отнести:**

- Относительно большие габариты.
- Малая долговечность ремней.
- Большие поперечные нагрузки, передаваемые на валы и их подшипники.
- Непостоянство передаточного числа за счет проскальзывания ремня.
- Высокая чувствительность передачи к попаданию жидкостей (воды, топлива, масла) на поверхности трения.

### **Основные достоинства цепных передач по сравнению с другими передачами:**

- большая прочность стальной цепи по сравнению с ремнем позволяет передать цепью большие нагрузки с постоянным передаточным числом и при значительно меньшем межосевом расстоянии
- возможность передачи движения одной цепью нескольким звездочкам;



- по сравнению с зубчатыми передачами — возможность передачи вращательного движения на большие расстояния
- могут осуществлять передачу значительных мощностей
- отсутствие скольжения;
- меньшие габариты, чем у ременных передач, особенно по ширине;
- малые силы, действующие на валы, так как нет необходимости в большом начальном натяжении;
- возможность легкой замены цепи.

**К недостаткам цепных передач следует отнести:**

- сравнительно высокая стоимость цепей;
- невозможность использования передачи при реверсировании без остановки;
- передачи требуют установки на картерах;
- сложность подвода смазочного материала к шарнирам цепи;
- скорость движения цепи, особенно при малых числах зубьев звездочек, не постоянна, что вызывает колебания передаточного отношения

Вопрос 41. Что такое вал?

**Вал** — деталь машины или механизма, предназначенная для передачи вращающего или крутящего момента вдоль своей осевой линии.

Вопрос 42. Что такое ось?

**Ось** — деталь машины или механизма, предназначенная для поддержания вращающихся частей и не участвующая в передаче полезного вращающего или крутящего момента.

Вопрос 43. Объясните, в чем разница между валом и осью?

**!!!** Ось не участвует в передаче полезного вращающего или крутящего момента.

Вопрос 44. Перечислите виды валов по конструктивным признакам и их назначения?

1. По форме продольной геометрической оси

**1.1. прямые** (продольная ось – прямая линия), валы редукторов, валы коробок передач гусеничных и колёсных машин;

**1.2. коленчатые** (продольная геометрическая ось разделена на несколько параллельных отрезков, смещённых друг относительно друга в радиальном направлении), например, коленвал двигателя внутреннего сгорания;

**1.3. гибкие** (продольная геометрическая ось является линией переменной кривизны, изменяемой в процессе работы механизма или при монтажно-демонтажных мероприятиях), вал привода спидометра автомобилей.

2. По функциональному назначению:

**2.1. валы передач**, они несут на себе элементы, передающие вращающий момент (зубчатые или червячные колёса, шкивы, звёздочки, муфты и т.п.) и в большинстве своём снабжены концевыми частями, выступающими за габариты корпуса механизма;

**2.2. трансмиссионные** валы для распределения мощности одного источника к нескольким потребителям;

**2.3. коренные** валы - валы, несущие на себе рабочие органы исполнительных механизмов (коренные валы станков, несущие на себе обрабатываемую деталь или инструмент, называют шпинделями).

### 3. Прямые валы по форме исполнения и наружной поверхности:

**3.1. гладкие** валы имеют одинаковый диаметр по всей длине;

**3.2. ступенчатые** валы содержат участки, отличающиеся друг от друга диаметрами;

**3.3. полые** валы снабжены осевым отверстием, простирающимся на большую часть длины вала;

**3.4. шлицевые** валы по внешней цилиндрической поверхности имеют продольные выступы – шлицы, равномерно расположенные по окружности и предназначенные для передачи моментной нагрузки от или к деталям, непосредственно участвующим в передаче вращающего момента;

**3.5. валы, совмещённые с элементами,** непосредственно участвующими в передаче вращающего момента (вал-шестерня, вал-червяк).

Вопрос 45. Объясните, в чем разница между шипом, пятой и шейкой?

**Шейка** - цапфа в средней части вала.

(**!!!** Цапфа - опорные части валов и осей, которые передают действующие на них нагрузки корпусным деталям.)

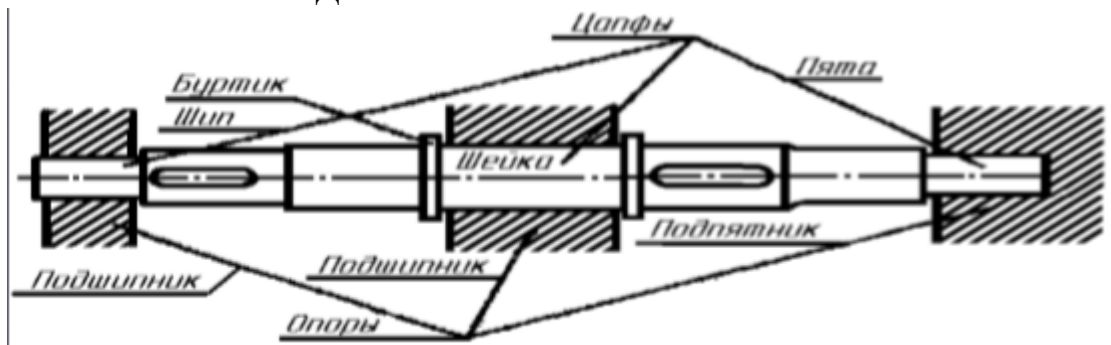
**Шип** - концевая цапфа, передающая на корпус только радиальную или радиальную и осевую нагрузки вместе.

**Пята** - концевая цапфа, передающая только осевую нагрузку.

Вопрос 46. Объясните, в чем разница между заплечиком и буртиком?

**Буртик** - кольцевое утолщение вала малой протяжённости, составляющее с ним одно целое и являющееся ограничителем осевого перемещения самого вала или насаженных на него деталей.

**Заплечик** - торцовая поверхность между меньшим и большим диаметрами вала, служащая для опирания насаженных на вал деталей.



Вопрос 47. Параметры проекторочного расчета?

Проектировочный расчёт валов производят только на статическую прочность по передаваемому крутящему моменту  $T$ . При этом расчёте определяется наименьший диаметр вала, а с целью компенсации неучтённых изгибных нагрузок и других факторов, влияющих на прочность вала, принимают заниженные значения допускаемых напряжений

$$[\tau]_k \approx (0,025 \dots 0,030) \cdot \sigma_B$$

$$\tau_k = \frac{T_k}{W_n} \leq [\tau]_k$$

где  $\tau_k$  – максимальные касательные напряжения, действующие во внешних волокнах опасного сечения вала;  
 $T_k$  - крутящий момент, передаваемый через это сечение;  
 $W_n$  – полярный момент инерции рассматриваемого сечения.

Для валов, имеющих круговое или кольцевое (для полых валов) поперечное сечение, из получаем:

$$D \geq \sqrt[3]{\frac{T_k}{0,2 \cdot [\tau]_k \cdot (1 - \beta^4)}}$$

где  $D$  – внешний диаметр вала;

$b = d/D$  – относительный диаметр осевого отверстия полого вала ( $d$  – абсолютное значение диаметра этого отверстия). Для Какие бывают требования к конструкциям  $b \leq 0,5$  расчёт полого вала как сплошного даёт погрешность менее 2,5% от диаметра вала, что позволяет рассчитывать толстостенные валы как сплошные (выражение в скобках принять равным 1).

Вопрос 48. Какие бывают требования к конструкциям?

**Требования к материалам валов и осей:**

- 1) высокая усталостная прочность (способность противостоять знакопеременным нагрузкам);
- 2) жесткостью (иметь высокий модуль упругости);
- 3) хорошая обрабатываемость.

Вопрос 49. Что такое муфты? Принцип работы муфты? Особенности конструкции муфты?

**Муфтой** называется устройство для соединения валов. Основное назначение муфт- передача вращающего момента между валами, без изменения его значения и направления. Кроме передачи момента, некоторые муфты выполняют дополнительные функции.

Муфты предназначены для передачи крутящего момента с одного вала на другой. Муфты бывают **постоянными**, не допускающие разъединения валов при работе машин и **сцепные**, допускающие сцепление и расцепление валов.

Вопрос 50. Методика выбора муфты?

Основной характеристикой муфт является передаваемый вращающий момент  $T$ . Муфты подбирают по ГОСТу или ведомственным нормам по большему диаметру концов соединяемых валов и, расчетному моменту:

$T_{\text{расч}} = KT$  (где  $K$  — коэффициент режима работы муфты)

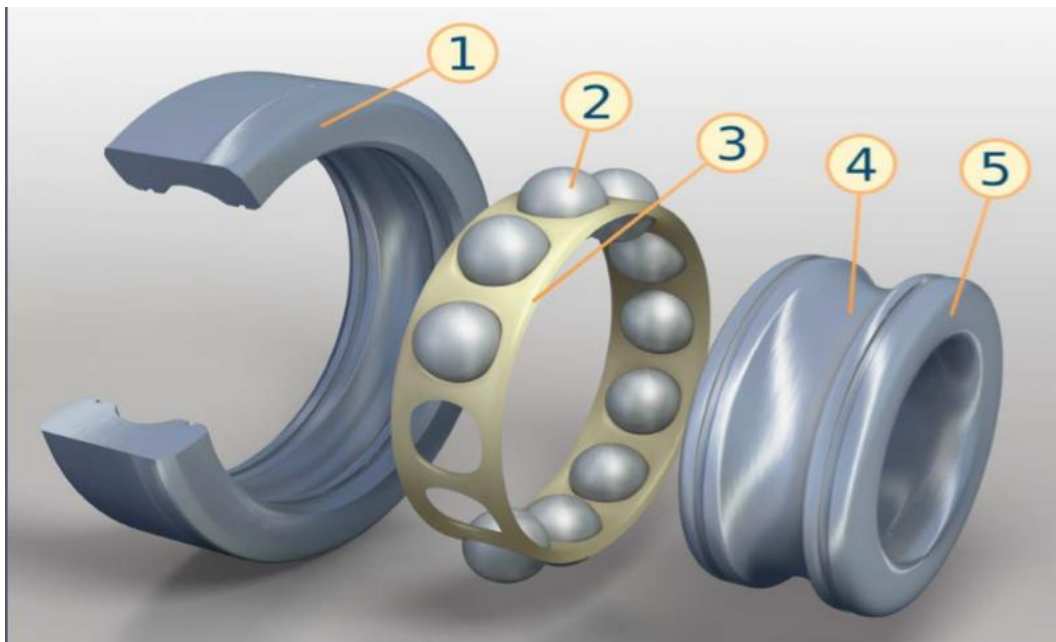
Муфты каждого размера выполняют для некоторого диапазона диаметров валов, которые могут быть различными при одном и том же вращающем моменте вследствие разных материалов и различных изгибающих моментов.

Вопрос 51. Подшипники качения? Принцип работы? Конструкция?  
Типы? Критерии работоспособности?

**Подшипник качения** – подшипник, работающий по принципу трения качения. **Подшипник качения** – готовое стандартное изделие (изготавливаемое на специализированном заводе), которое устанавливается в механизм или машину без дополнительной доработки.

Конструктивно подшипник качения включает 4 основных элемента:

- 1) **наружное кольцо**, устанавливаемое обычно в корпусе;
- 2) **тела качения** (шарики или ролики), обкатывающиеся при работе подшипника по беговым дорожкам наружного и внутреннего колец;
- 3) **сепаратор**, разделяющий тела качения друг от друга;
- 4) **дорожка качения**;
- 5) **внутреннее кольцо**, обычно насаживаемое на цапфу вала.





## Классификация подшипников качения:

1) *по форме тел качения* – шариковые, роликовые с цилиндрическими, коническими или бочкообразными роликами, игольчатые;

2) *по количеству рядов тел качения* – однорядные, двух-, трёх- и более рядные;

3) *по направлению воспринимаемой нагрузки:*

- радиальные (нагрузка, перпендикулярная оси вращения),
- радиально-упорные (радиальная и осевая нагрузки, причём радиальная нагрузка больше осевой),
- упорно-радиальные (радиальная и осевая нагрузки, но радиальная нагрузка меньше осевой),
- упорные (только под осевую нагрузку), комбинированные (радиальная и осевая нагрузки воспринимаются разными телами качения);

4) *по самоустанавливаемости* – самоустанавливающиеся; несамоустанавливающиеся;

5) *по габаритным размерам* (серии диаметров и ширин) – особо лёгкая, лёгкая, лёгкая широкая, средняя, средняя широкая, тяжёлая серии;

6) *по точности изготовления* – для подшипников качения стандартом (ГОСТ 520-71) предусмотрены 5 классов точности (P0, P6, P5, P4, P2);

7) *по конструктивным особенностям* – с защитными шайбами, с упорным бортом на наружном кольце, с канавкой на наружном кольце, с составными кольцами и др.

## Основные критерии работоспособности подшипника качения:

1. Износостойкость поверхностей качения;
2. Сопротивляемость пластическим деформациям;
3. Долговечность подшипника.

Вопрос 52. Подшипники скольжения? Принцип работы?  
Конструкция? Типы? Критерии работоспособности?

**Подшипник скольжения** – опора или направляющая механизма или машины, в которой трение происходит при скольжении сопряженных поверхностей.

**Подшипники скольжения** по конструктивным признакам делятся на *неразъемные (глухие)* и *разъемные*.

Типовая конструкция подшипника скольжения включает в себя **корпус (3)** с цилиндрическим отверстием, в которое вставляется **втулка-вкладыш (2)** из антифрикционного материала (цветных металлов, полимеров или композиционных материалов). **Шейка вала (5)** входит в отверстие втулки подшипника с зазором, в который через **специальный канал (1)** подается смазка (**4. Зазор**) для уменьшения трения.



## Подшипники скольжения разделяют:

1) *в зависимости от формы подшипникового отверстия:*

- **одно- или многоповерхностные**;
- **со смещением поверхностей** (по направлению вращения) или без (для сохранения возможности обратного вращения);
- **со смещением или без смещения центра** (для конечной установки валов после монтажа);

2) *по направлению восприятия нагрузки:*

- **радиальные**;
- **осевые** (упорные, подпятники);
- **радиально-упорные**;

3) *по количеству масляных клапанов:*

- **с одним клапаном**;
- **с несколькими клапанами**;

4) *по возможности регулирования:*

- **нерегулируемые**;
- **регулируемые**.

**ГАЗОСТАТИЧЕСКИЕ** - в нескольких местах в зазор между вкладышем и шейкой вала под давлением подается воздух, который обеспечивает воздушное смазывание механизма, а опоры имеют минимальный момент трения. Такой вид подшипников используется при малых нагрузках и высокой скорости скольжения.

**ГИДРОСТАТИЧЕСКИЕ** - имеют вкладыш с несколькими несущими камерами для подачи масла. Опоры имеют очень малый коэффициент трения в начале работы. Такие подшипники используются для высокой точности вращения и нагруженных валов.

**ГИДРО И ГАЗОДИНАМИЧЕСКИЕ** - жидкостное трение в подшипниках обеспечивается за счёт определённых значений зазора между вкладышем и шейкой, а также скорости чуть выше минимальной при помощи гидро- и газодинамического эффекта (здесь отсутствует контакт между шейкой вала и вкладышем). Данный вид подшипников применяют для опоры шпинделей, если имеются высокие частоты вращения.

**!!!** Основным критерием работоспособности подшипника, работающего на принципе трения скольжения, следует считать изнosoустойчивость трущейся пары.

### Вопрос 53. Принципы маркировки подшипников?

Условные обозначения (маркировка, паспорт) подшипников качения являются в основном цифровыми и наносятся на торцовые поверхности колец. Основное обозначение подшипника может включать от двух до семи цифр (нули на левой стороне обозначения, то есть в начале цифры, не проставляются).

9	8	7	6	5	4	3	2	1	
×	—	×	×	×	×	×	×	×	×
Класс точности	Типе	Серия ширин	Конструктивная разновидность		Тип подшипника	Серия диаметров	Диаметр отверстия / 5		Специальные буквенные обозначения

Две последние цифры справа = диаметр отверстия во внутреннем кольце (диаметр цапфы вала), делённый на 5, за исключением следующих четырёх размеров: диаметр 10 мм – цифрами 00; 12 мм – 01; 15 мм – 02, и 17 мм – 03. Далее 20 мм – 04, с диаметром 75 мм – 15, с диаметром 495 мм – 99 и т.д. Следовательно, для большей части подшипников диаметр отверстия внутреннего кольца изменяется шагом 5 мм.

Третья цифра справа = серии диаметров наружных колец (наружных диаметров подшипника): сверхлёгкая серия – 8 или 9; особолёгкая – 1; лёгкая – 2; средняя – 3; тяжёлая – 4.

Четвёртая цифра справа = тип подшипника

- шариковый радиальный – 0;
- шариковый сферический – 1;
- роликовый радиальный – 2;
- роликовый сферический – 3;
- игольчатый – 4;
- роликовый с витыми роликами – 5;
- шариковый радиально-упорный – 6;
- роликовый радиально-упорный – 7;
- шариковый упорный – 8;
- роликовый упорный – 9.

Пятая и шестая цифры отведены для обозначения конструктивной разновидности подшипника.

Седьмой цифрой обозначается серия ширин (цифры от 0 до 9), лёгкой серии обычно соответствует 0 или 1.

Вопрос 54. Критерии работоспособности подшипников качения/скольжения?

Критерии работоспособности подшипников качения:

1. износостойкость поверхностей качения,
2. сопротивляемость пластическим деформациям
3. долговечность подшипника

Критерии работоспособности подшипников скольжения:

!!! Основным критерием работоспособности подшипника, работающего на принципе трения скольжения, следует считать износоустойчивость трущейся пары!!!

Вопрос 55. Принцип сварного соединения?

**Сварным соединением называется неразъемное соединение, выполненное сваркой.**



### **Параметры сварного шва**

**Корнем сварного шва** называется часть шва, которая наиболее удалена от его лицевой поверхности

**Подварочный шов** – меньшая часть двустороннего шва, выполняемая заранее для предотвращения прожогов при дальнейшей сварке основного шва или укладываемая в последнюю очередь в корень шва.

## Вопрос 56. Особенности сварного соединения?

**Сварной шов** – это место сплава разных элементов одной конструкции. Во время сварки металл в этом месте расплавляется, а впоследствии, остывая, кристаллизуется, что обеспечивает прочность и герметичность шва.

## Вопрос 57. Типы сварных швов?

В зависимости от взаимного расположения свариваемых деталей различают пять типов сварных соединений:

- Стыковое – «С»;
- Торцевое – «Тр»;
- Нахлесточное - «Н»;
- Тавровое – «Т»;
- Угловое – «У».

В **СТЫКОВОМ (С)** сварном соединении поверхности свариваемых элементов располагаются в одной плоскости или на одной поверхности, а сварка выполняется по смежным торцам. Стыковое соединение обеспечивает наиболее высокие механические свойства сварной конструкции, но требует достаточно точной подготовки деталей и сборки.

### СТЫКОВЫЕ соединения



без скоса кромок



с V-образным скосом кромок



с криволинейным скосом кромок



с X-образным скосом кромок



**ТОРЦЕВОЕ (Тр)** соединение сваривается по торцам соединяемых деталей, боковые поверхности которых примыкают друг к другу. Такие соединения используют, как правило, при сварке тонких деталей во избежание прожога.



**торцевые соединения**

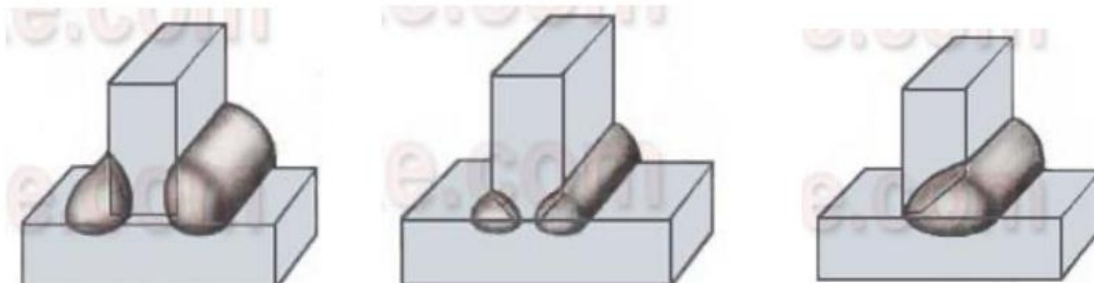
В **НАХЛЁСТОЧНОМ (Н)** сварном соединении поверхности свариваемых элементов располагаются параллельно так, чтобы они были смещены и частично перекрывали друг друга. Нахлесточные соединения менее чувствительные к погрешностям при сборке, но хуже чем стыковые работают при нагрузках, особенно знакопеременных.



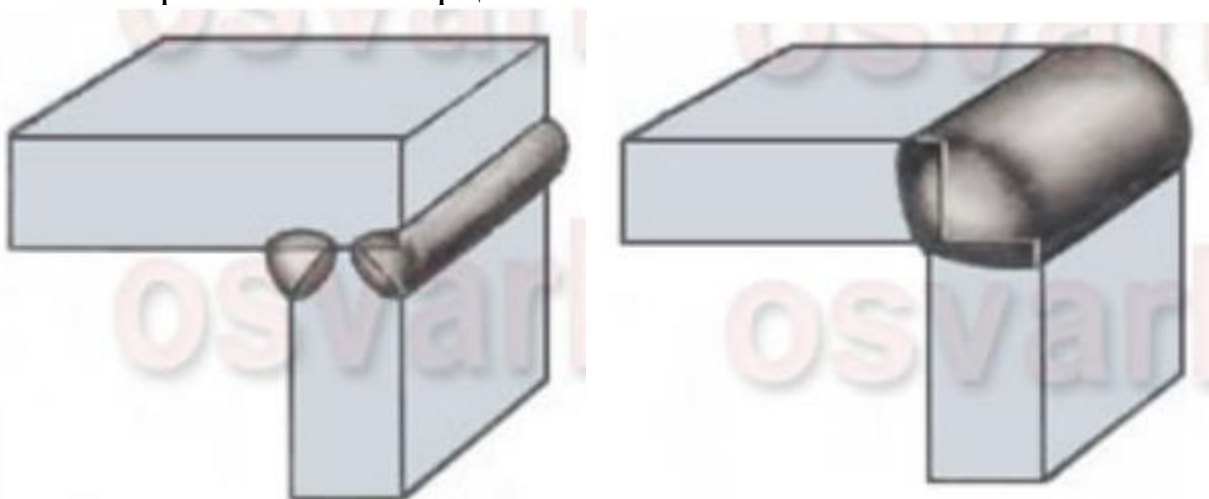
**нахлесточные соединения  
без скоса кромок**

**ТАВРОВОЕ (Т)** сварное соединение получается, когда торец одной детали под прямым или любым другим углом соединяется с поверхностью другой.

Тавровые соединения обеспечивают высокую жёсткость конструкции, но чувствительны к изгибающим нагрузкам.

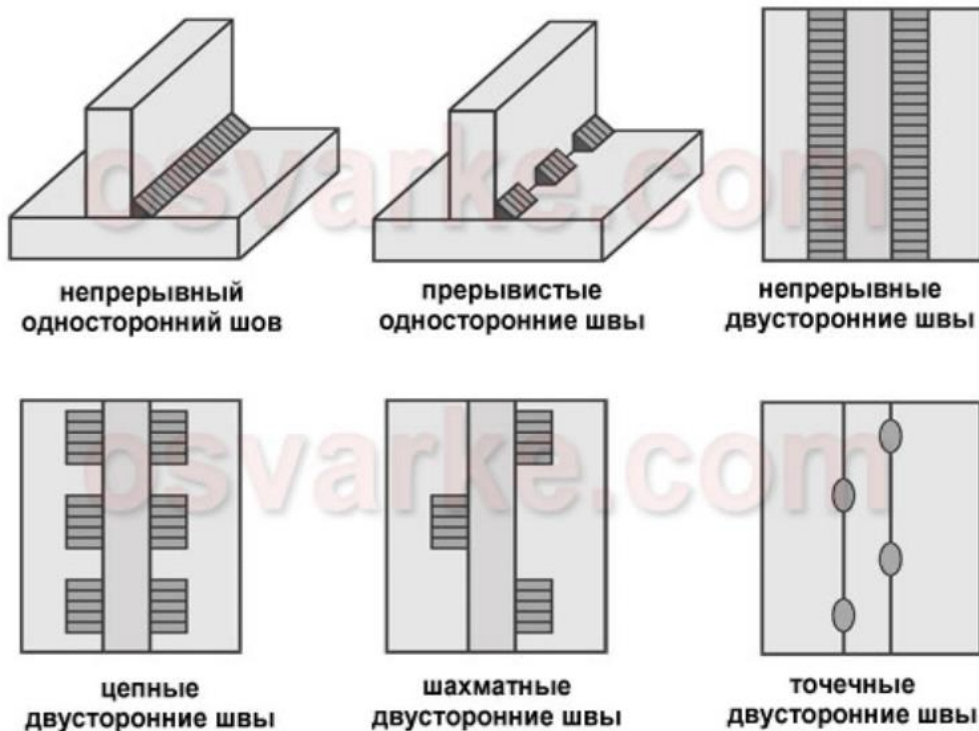


**УГЛОВЫМ (У)** называют соединение, в котором поверхности свариваемых деталей располагаются под прямым, тупым или острым углом и свариваются по торцам.

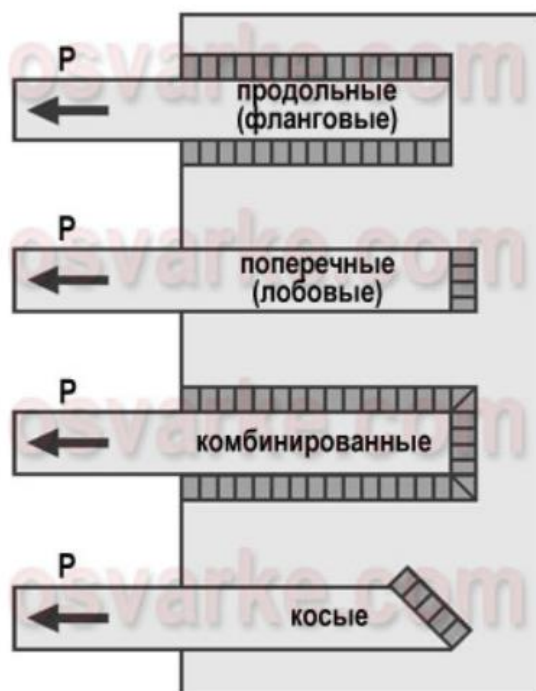


Вопрос 58. Принцип подбора сварного шва для конструкции?

## от протяженности



## по направлению действующего усилия



$P$  – действующее усилие

### **По назначению**

- прочные
- плотные (герметичные)
- прочно-плотные

### **От условий работы сварного изделия**

- рабочие, предназначенные непосредственно для нагрузок
- нерабочие (связующие или соединительные), используемые только для соединения частей сварного изделия

Вопрос 59. Что такое допускаемых напряжения? (хз надо спросить)

**Допустимым (допускаемым) напряжением** называется величина, ограничивающая верхний предел рабочих напряжений возникающих под действием заданных нагрузок.

Обозначаются  $[\sigma]$  – нормальные и  $[\tau]$  – касательные д.н.

Рассчитывается по формуле:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_{пред}}{n}$$

где  $\sigma_{пред}$  – предельное напряжение, вызывающее разрушение элемента либо значительные остаточные деформации,  $n$  - нормативный коэффициент запаса, число, показывающее, во сколько раз допускаемое напряжение меньше предельного.

Для пластичных материалов (сталь, бронза, латунь и т.д.) за предельное напряжение принимается предел текучести

$$\sigma_{пред} = \sigma_T$$

Для хрупких материалов (чугун, цемент) предельным напряжением является предел прочности

$$\sigma_{пред} = \sigma_{пч}$$

$n$  – нормативный запас прочности.

Запас прочности необходим для обеспечения бесперебойной работы элементов конструкций при непредвиденных временных перегрузках, возможных ошибках в расчетах либо вследствие изменений размеров элемента в процессе эксплуатации.

Вопрос 60. Анализ допускаемых напряжений? (хз надо спросить)

Анализ допускаемых напряжений проводится для того, чтобы определить допускаемое напряжение на деталь механизма.

Например, для валов производят только на статическую прочность по передаваемому крутящему моменту  $T$ . При этом расчёте определяется наименьший диаметр вала, а с целью компенсации неучтённых изгибных нагрузок и других факторов, влияющих на прочность вала:

$$\tau_k = \frac{T_k}{W_n} \leq [\tau]_k$$

где  $\tau_k$  – максимальные касательные напряжения, действующие во внешних волокнах опасного сечения вала;  $T_k$  – крутящий момент, передаваемый через это сечение;  $W_n$  – полярный момент инерции рассматриваемого сечения.

$$D \geq \sqrt[3]{\frac{T_k}{0,2 \cdot [\tau]_k \cdot (1 - \beta^4)}}; \quad (9.2)$$

где  $D$  – внешний диаметр вала;  $\beta = d/D$  – относительный диаметр осевого отверстия полого вала ( $d$  – абсолютное значение диаметра этого отверстия). Для  $\beta \leq 0,5$  расчёт полого вала как сплошного даёт погрешность менее 2,5% от диаметра вала, что позволяет рассчитывать толстостенные валы как сплошные (выражение в скобках принять равным 1).

Полученный таким расчётом диаметр вала округляют до ближайшего большего значения из рядов нормальных линейных размеров по ГОСТ 6636-69. Диаметры других ступеней вала и продольные размеры устанавливают из конструктивных соображений в процессе эскизного проектирования механизма.