

# **ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

**Детали машин** – это дисциплина, изучающая основы расчета и конструирования деталей и узлов машин общего назначения.

## ***Требования к машинам и деталям***

**Машина** – это устройство, выполняющее механические движения для преобразования энергии, материалов или информации с целью облегчения или замены физического и умственного труда.

### **КЛАССИФИКАЦИЯ МАШИН**

1. **энергетические машины** (предназначены для преобразования видов энергии: электродвигатели, турбины)
2. **информационные машины** (предназначены для сбора, хранения, переработки и использования информации)
3. **рабочие машины**
  - 3.1 **транспортные** (предназначены для перемещения изделий, грузов или людей: автомобили, самолеты)
  - 3.2 **технологические** (предназначены для изменения формы, размеров или внутренних свойств обрабатываемого предмета: станки, термические агрегаты)

В структурном отношении машина представляет собой единый комплекс механизмов, сборочных единиц (узлов) и деталей, обеспечивающих выполнения присущих функций.

**Механизм** – это система твердых тел, предназначенная для преобразования движения одного или нескольких тел в требуемые движения других тел.

1. **кривошипно-шатунный механизм компрессора**
2. **кулачковый механизм**
3. **кривошип-ползунный**

**Сборочная единица** – изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии изготовителе сборочными операциями.

**Узел** – сборочная единица, которую можно собирать отдельно от других составных частей изделия или изделия в целом, выполняющая определенную функцию в изделиях одного назначения.

- а) подшипник качения
- б) муфта упругая

**Деталь** – часть машины, изготовленная из одноименного на марке и наименованию материала без применения сборочных единиц.

- а) вал
- б) винт
- в) заклепка
- г) колесо зубчатое цилиндрическое

## **ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К МАШИНАМ**

1. **производительность**
2. **точность**
3. **экономичность**
4. **технологичность**
5. **надежность и долговечность**
6. **удобство и безопасность в обслуживании**
7. **современный дизайн**
8. **транспортабельность**

При расчетах, конструировании и изготовлении машины должны соблюдать стандарты:

- международные (ISO)
- государственные (ГОСТы)
- отраслевые (ОСТы)
- предприятия (СТП)

**Машиностроительные стандарты** – документы, содержащие обязательные нормы, правила и требования в сфере проектирования, производства, эксплуатации и ремонта машин.

Наиболее эффективный метод стандартизации **унификация** – рациональное сокращение числа объектов одинакового функционального назначения, сведение к **min** типоразмеров деталей.

1. **прочность** - способность деталей сопротивляться разрушению или эластическому деформированию под действием нагрузок.

Различают ***статическую*** (нарушение статической прочности обычно связано с перегрузками) и ***усталостную*** (вызываются длительными действиями переменных напряжений) прочность деталей. Повышают прочность за счет рациональной формы детали, устранения концентраторов напряжений, применения поверхностного упрочнения.

2. **жесткость** – способность детали сопротивляться изменению формы и размеров под нагрузкой.

Жесткость деталей обеспечивает требуемую точность машины. Роль жесткости как критерия работоспособности непрерывно возрастает в связи с повышением быстроходности машин, снижения массы и габаритов деталей.

3. **износостойкость** – свойство материалов оказывать сопротивление изнашиванию.

***Изнашивание*** – процесс разрушения поверхностных слоев при трении, заключающихся в отделении материала с поверхности детали и приводящий к постепенному изменению размеров, формы и состояния поверхности деталей. 85-90% машин выходит из строя в результате изнашивания!!!

***Износ*** – результат процесса изнашивания.

4. **теплостойкость** – способность деталей работать в пределах заданных температур в течение установленного срока службы.

С увеличением температуры ухудшаются механические свойства материалов, снижаются вязкость смазочных материалов, увеличивается изнашивание, изменяются зазоры, возрастают динамические нагрузки.

5. **виброустойчивость** – способность детали работать в заданном диапазоне режимов без недопустимых колебаний.

Вибрации снижают качество работы машин, вызывают дополнительные переменные напряжения в деталях, увеличивают шум. Особенно опасными являются колебания. Виброустойчивость является критерием работоспособности машин, от которых требуется высокая плавность работы и малошумность. Выбор критерия работоспособности производится исходя из условий работы детали, ее конструкции и характера возможного разрушения.

\* При конструкции деталей машины выполняют расчеты:  
- **проектировочный** (дополнительный).

По главным критериям работоспособность определяет основные размеры детали.

- **проверочный** (уточненный).

Под известным размером и форме детали определим из проектировочного расчета или принятым конструктивно, находят и сравнивают их с допускаемыми.

## ***Прочность деталей машин при переменных напряжениях.***

Напряжение периодически изменяет свое значение или значение и знак. **Напряжение** – интенсивность внутренних сил, возможных в детали под действием нагрузки.

### **ВИДЫ НАГРУЗКИ (ПО ХАРАКТЕРУ ИЗМЕНЕНИЯ ВО ВРЕМЕНИ)**

1. **постоянная** (вызывает постоянные напряжения)
2. **переменная** (вызывает переменные напряжения)

**НО!!!** Переменные напряжения могут быть следствием не только действия переменных нагрузок, но и результатом изменения положению детали.

### **ЦИКЛЫ НАПРЯЖЕНИЙ**

$\sigma_{\min} / \sigma_{\max} = R$  — называют коэффициентом асимметрии цикла.

$R = -1$  — для симметричного

$R = 0$  — для отнулевого

Разрушение детали при циклическом нагружении называют *усталостным*. Оно происходит вследствие возникновения и развития макротрещин в зоне концентраций напряжений.

Способность материала воспринимать многократное действие переменного напряжения от заданной нагрузки без разрушения называют *выносливостью*.

Опытным путем установлено, что для многих материалов существует такое *наибольшее напряжение*, при котором материал выдерживает, не разрушаясь, неограниченное количество циклов нагружения. Это напряжение — *предел выносливости*.

Предел выносливости обозначается: → при изгибе —  $\sigma_R$

→ при кручении —  $\tau_R$

Предел выносливости определяется опытным путем: испытывают образцы при различных величинах напряжений и находят число циклов  $N$ , необходимое для доведения образца до разрушения. По полученным данным в координатах  $\sigma$ - $N$  строят кривую усталости.

При достижении определенного числа циклов  $N_b$ , называется базовым, испытания прекращают.

Для отнулевого цикла  $\sigma_R$ ,

обозначают как  $\sigma_0$ . Для

симметричного цикла  $\sigma_R = \sigma_{-1}$ .

При заданном значении  $N_c$  по кривой усталости определяется

предельное напряжение  $\sigma_c$ , а при заданном уровне напряжения определяют предельное значение числа циклов.

## НА ПРОЧНОСТЬ ДЕТАЛИ ВЛИЯЕТ:

- размеры поперечного сечения
- форма поперечного сечения
- качество обработки поверхности
- метод упрочняющей обработки поверхности

Влияние этих факторов при прочностных расчетах учитывают **коэффициентом снижения предела выносливости  $K_\sigma$  ( $K_\tau$ )**, показывающий во сколько раз предел выносливости реальной детали, имеющей концентраторы напряжений, меньше предела выносливости гладких стандартных образцов.

Работоспособность ряда деталей машин(зубчатых колес, подшипников качения и тд) определяется **контактной прочностью**, т.е. прочность их рабочих поверхностей, контактирующих под нагрузкой.

После приложения внешней нагрузки линейный(или точечный) контакт переходит в контакт по малой площадке с высокими значениями контактных напряжений.

## **Конструкционные материалы и способы изготовления деталей машин**

**ОСНОВНЫМИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ ЯВЛЯЮТСЯ:**

1. **стали** – сплав на основе железа с содержанием углерода до 2% и другими элементами. Свойства сталей улучшают легированием, т.е. добавлением в сплав вольфрама
2. **чугун**- содержит углерода более 2%(2%-4%), обладает хорошими литейными и антифрикционными свойствами(малый коэффициент трения)
3. **цветные сплавы**- сплавы на основе меди(латуни и бронзы), алюминия(силумины, дуралюмины), магния и мягких металлов

4. **неметаллические материалы** – пластмассы, древесные, резиновые, текстильные и другие.

В современных машинах используют:

1. **композиционные материалы** – это композиции из тонких высокопрочных волокон(углерода, бора, стекла) и пластичной основы(матрицы) – металлической, керамической или полимерной. Такое строение материалов обеспечивает высокую надежность при переменном напряжении.

2. **порошковые материалы** – получают прессованием и последующим спеканием в пресформах из смесей металлических и неметаллических порошков. Этим материалом можно придать особые свойства, которые не могут быть получены традиционными способами: высокую твердость, пористость, антифрикционность...

### **СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВОК**

-литье

-обработка давлением(ковка, штамповка),(прокатка)

-порошковая металлургия

## **МЕХАНИЧЕСКИЕ ПЕРЕДАЧИ И ПРИВОДЫ. ОСНОВНЫЕ КИНЕМАТИЧЕСКИЕ И СЛОВЫЕ СООТНОШЕНИЯ В ПЕРЕДАЧАХ.**

Каждая машина имеет 3 основные части:



1. **передаточный механизм (передача)**
2. **двигатель**
3. **исполнительный (рабочий) орган**

Устройство для приведения в действие машины называется **приводом**.

Привод состоит из:

- двигателя
- силовой передачи
- системы управления

**Передача** – механизм, служащий для передачи движения от двигателя к исполнительному органу, как правило, с преобразованием скорости и изменением вращающегося момента.

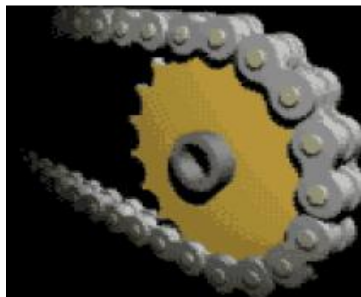
**Основные функции механических передач:**

1. изменение скорости
2. изменение направления движения
3. преобразования вида движения: вращательного в поступательное и наоборот, равномерное в прерывистое
4. приведение в движение одним двигателем нескольких механизмов

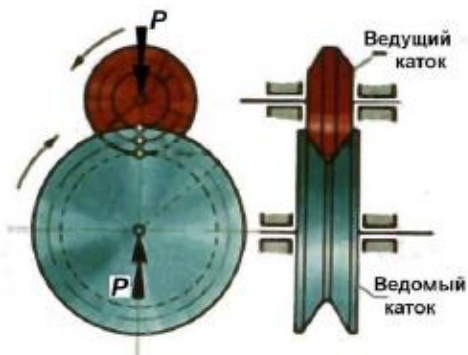
## **КЛАССИФИКАЦИЯ ПЕРЕДАЧ**

### **1. по принципу действия**

- передача с зацеплением (зубчатые, червячные, цепные)



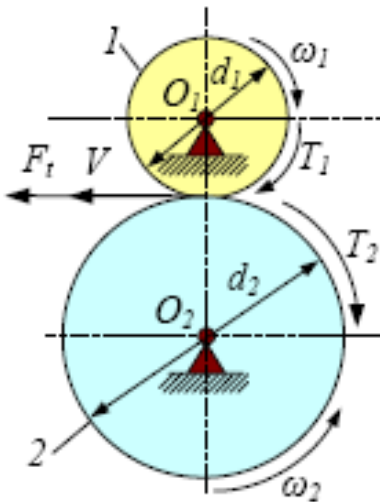
передачи трением (фрикционные, ременные)



### **2. по способу соединения ведущего и ведомого звеньев**

- передача непосредственного контакта (зубчатые, червячные, фрикционные)

- передача гибкой связью (цепные, ременные)



В механической передаче звенья, передающие вращающий момент, называются **ведущими**, а воспринимающие – **ведомыми**.

Параметры передачи, относящиеся к ведущим звеньям, обозначаются с индексом **1**, а к ведомому – с индексом **2**.

**d<sub>1</sub>** и **d<sub>2</sub>** – диаметры ведущего и ведомого звеньев;

**ω<sub>1</sub>, T<sub>1</sub>**; **ω<sub>2</sub>, T<sub>2</sub>** – угловые скорости и вращающие моменты на ведущем и ведомом валах.

Вращающийся момент на ведущем валу **T<sub>1</sub>** является моментом движущихся сил, его направление совпадает с направлением вращения вала. Момент на ведомом валу **T<sub>2</sub>** является моментом сил сопротивления, поэтому его направление противоположно направлению вращения вала.

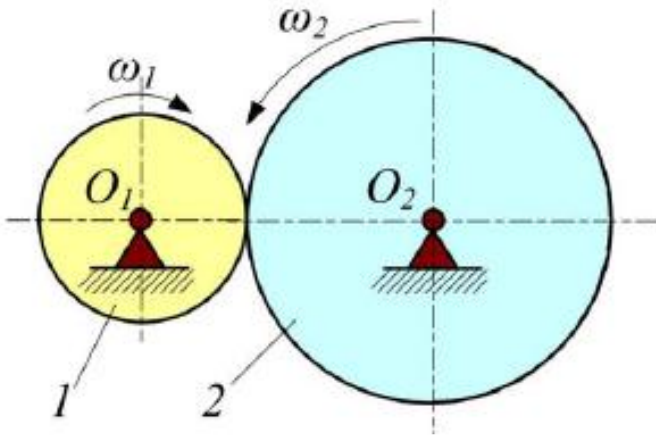
Отношение угловых скоростей называется **передаточным числом**

$$\omega_1 / \omega_2 = u \quad (u > 1)$$

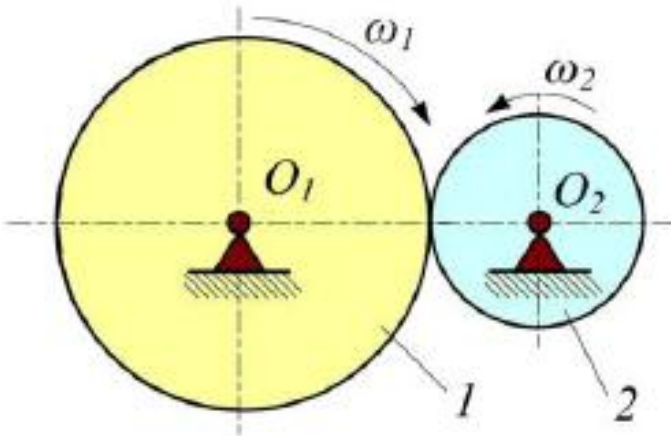
### ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕХАНИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ (основные)

1. мощность на выходном валу **P<sub>2</sub>**
2. быстроходность – угловая скорость выходного вала **ω<sub>2</sub>** или его частота вращения **n<sub>2</sub>**
3. передаточное число **u**

Передачу, понижающую угловую скорость (частоту вращения) называют **редуктором**, повышающую – **мультипликатором**.



$$\omega_2 < \omega_1$$



$$\omega_2 > \omega_1$$

### ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕХАНИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ (дополнительные)

1. механический КПД передачи

$$\eta = p_2/p_1$$

2. окружная скорость ведущего и ведомого звена, м/с

$$v = \omega d/2$$

3. окружная сила, Н

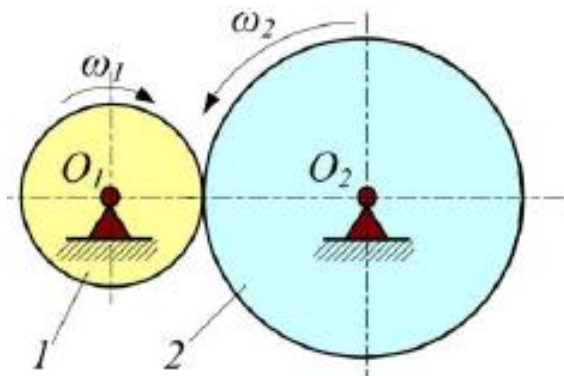
$$F_t = P/v = 2T/d$$

3. вращающий момент, Н·м

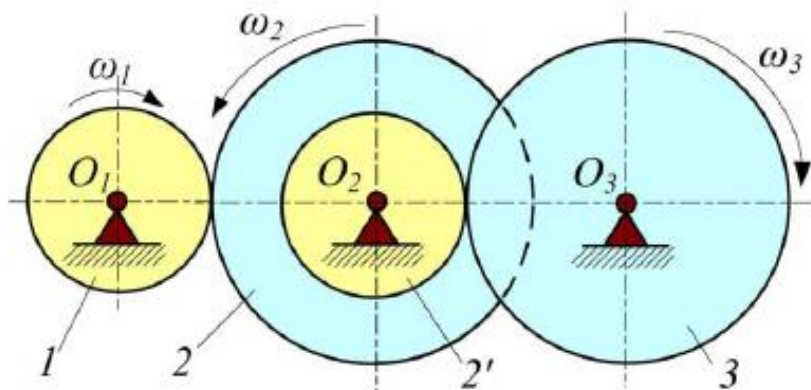
$$T = P/\omega = F_t \cdot (d/2) \quad P-\text{Вт}; d-\text{м}; \omega-\text{рад/с}$$

## МЕХАНИЧЕСКИЕ ПЕРЕДАЧИ БЫВАЮТ:

### 1.одноступенчатые



### 2. многоступенчатые



**Общее передаточное число** многоступенчатой передачи равно произведению частных передаточных чисел отдельных ступеней:

$$u_{\text{общ}} = u_1 \cdot u_2 \cdot \dots \cdot u_n$$

При этом КПД  $\rightarrow \eta_{\text{общ}} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \dots \cdot \eta_n$

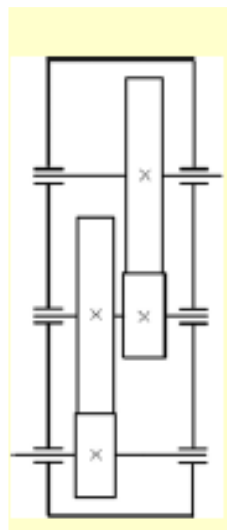
Если в составе передач находятся другие устройства, где возможна потеря мощности (муфты, подшипники...), то это учитывается при расчете общего КПД.

## ***Кинематические схемы приводов машин.***

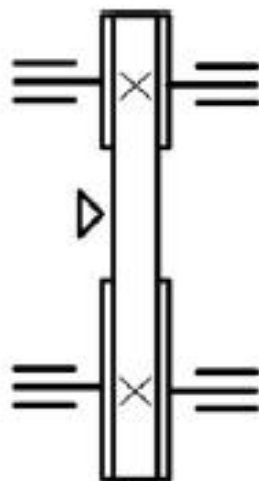
Принципы устройства машин и их приводов, а так же принципы их работы и анализируют с помощью кинематических схем, на которых представляют в определенной взаимосвязи совокупность кинематических элементов.

## ОБОЗНАЧЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИВОДА НА КИНЕМАТИЧЕСКИХ СХЕМАХ

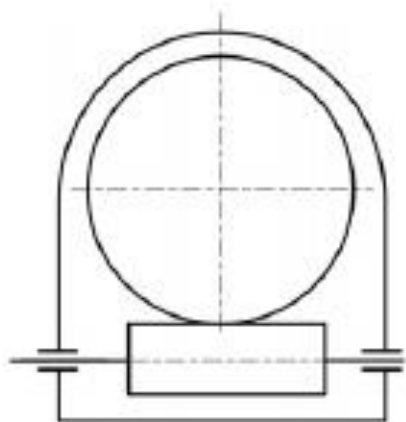
### *Закрытая двухступенчатая прямозубая передача*



### *Клиноременная передача*



## *Закрытая червячная передача (червячный редуктор)*



## *Привод ленточного транспортера*

