

# ДЕТАЛИ МАШИН

## Тема №1

### Введение. Общие сведения о машинах и механизмах

К.т.н., доцент Орленко Л.В.

К.т.н., доцент Орленко Е.О.

# 1. Введение

**Детали машин** – научная дисциплина,  
изучающая теорию, расчет и  
конструирование деталей  
общемашиностроительного применения

Основную часть производственных процессов современной хозяйственной деятельности человека выполняют машины

*Машины – механические устройства, служащие для преобразования энергии, материалов или информации*

## 2. Классификация машин по назначению:

1. **Энергетические** – служат для преобразования энергии  
(*машины-двигатели, генераторы*)

2. **Рабочие** – осуществляют изменение формы, свойств, состояния и положения предметов труда:

-**технологические** – служат для превращения полуфабрикатов или исходных материалов в готовые изделия или полуфабрикаты

(*металлорежущие станки, дорожные, строительные, сельскохозяйственные и др. машины*)

-**транспортные** – служат для изменения положения материалов и различного вида изделий

(*подъемно-транспортные машины, машины автомобильного, железнодорожного транспорта, самолеты, корабли и др.*)

3. **Информационные** – предназначены для сбора, переработки и использования информации

(*ЭВМ, шифровальные машины*)

## Машины состоят из **деталей и сборочных единиц**

- **Деталь** – изделие, изготовленное из одного материала без применения сборочных операций (*шпонка, болт, вал, зубчатое колесо*)
- **Сборочная единица** – изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии изготовителе сборочными операциями (резьбовым соединением, сваркой, клепкой и т.д) (*рама, вал с установленными деталями*)
- **Узел** – сборочная единица, которая может собираться отдельно от других составных частей изделия (*муфта, шарикоподшипник, редуктор*)
- **Машинный агрегат** – укрупненный, обладающий полной взаимозаменяемостью узел, выполняющий определенные функции (*электродвигатель, лебедка*)
- **Комплекс** – две или более сборочные единицы, не соединенные на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенные для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций (*конвейер- деревообрабатывающий станок-аппаратура управления*)

Различают детали и узлы **общего** и **специального** назначения

**Детали и узлы общего назначения**  
встречаются почти во всех машинах  
*(болты, валы, зубчатые колеса)*

**Детали и узлы специального назначения**  
встречаются только в одном или нескольких  
типах машин  
*(поршни, шатуны, коленчатые валы)*

**Детали и узлы общего назначения**

**Соединительные детали и соединения**

*болты, шпонки;  
заклепочные,  
сварные*

**Передачи вращательного движения**

*зубчатые,  
червячные,  
ременные*

**Детали и узлы, обслуживающие передачи**

*валы, подшипники,  
муфты*

# 3. ТРЕБОВАНИЯ К МАШИНАМ И ИХ ДЕТАЛЯМ

## 1. Наиболее высокие эксплуатационные показатели

При сохранении или даже снижении веса новая машина должна обеспечить более высокие КПД, производительность, меньший расход энергии, повышенную точность, меньшие затраты труда на обслуживание.

## 2. Работоспособность

*Способность выполнять заданные функции, сохраняя значения заданных параметров в пределах, установленных нормативно-технической документацией*

(т.е. с сохранением прочности, неизменяемости форм и размеров, устойчивости, износостойкости, жесткости, теплостойкости, виброустойчивости)

### **3. Высокая надежность**

***Надежность - это свойство машины, ее узла или детали выполнять заданные функции, сохраняя свои эксплуатационные показатели (производительность, мощность, расход энергии, точность) в заданных пределах в течение требуемого промежутка времени или требуемой наработки (в км, циклах, час..).***

Показателями надежности служат вероятность безотказной работы в заданном интервале времени или в пределах заданной наработки.

### **4. Безопасность в эксплуатации**

***- пригодность конструкции к нормальной эксплуатации вплоть до полного израсходования ресурса без аварий, опасных для обслуживающего персонала, производственного оборудования, зданий.***

## **5. Технологичность и экономичность**

***придание таких конструктивных форм и применение для изготовления таких материалов и приемов, которые обеспечивают наименьший вес, габаритные размеры конструкции, минимальный расход материалов, наибольшую простоту и экономичность производства.***

Эти требования являются основой для проектирования машин и деталей

- *Проектированием* называется процесс разработки комплексной технической документации, содержащий технико-экономические обоснования, расчеты, чертежи, макеты, сметы, пояснительные записки и другие материалы, необходимые для производства машины
- Совокупность конструкторских документов, полученных в результате проектирования называется *проектом*
- *Конструирование* – разработка конструкторской документации на конкретное изделие на основе технических расчетов

## 4. ОСНОВНЫЕ КРИТЕРИИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И РАСЧЕТА ДЕТАЛЕЙ МАШИН

1. Прочность - способность материала детали сопротивляться внешним воздействиям без разрушения

Критерии прочности:

- предел прочности
- предел текучести
- предел выносливости

$$\sigma \leq [\sigma]$$

$$\tau \leq [\tau]$$

$$n \geq [n]$$

# Основные уравнения прочности

Растяжение (сжатие)

$$\sigma_P = \frac{F}{A} \leq [\sigma_P] \rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot [\sigma_P]}}$$

Сдвиг (срез)

$$\tau_C = \frac{F}{A} \leq [\tau_C] \rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot [\tau_C]}}$$

Изгиб

$$\sigma_{II} = \frac{M_{II}}{W_X} \leq [\sigma_{II}] \quad W_X = \frac{\pi \cdot d^3}{32} \rightarrow d = \sqrt[3]{\frac{M_{II}}{0,1 \cdot [\sigma_{II}]}}$$

Кручение

$$\tau_K = \frac{T}{W_\rho} \leq [\tau_K] \quad W_\rho = \frac{\pi \cdot d^3}{16} \rightarrow d = \sqrt[3]{\frac{T}{0,2 \cdot [\tau_K]}}$$

При действии переменных нагрузок (совместное действие изгиба с кручением):

$$n = \frac{n_{\sigma} n_{\tau}}{\sqrt{n_{\sigma}^2 + n_{\tau}^2}} \geq [n]$$

$$n_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\psi_{\sigma} \sigma_m + \sigma_a \frac{K_{\sigma}}{K_{n\sigma} K_{m\sigma}}}$$

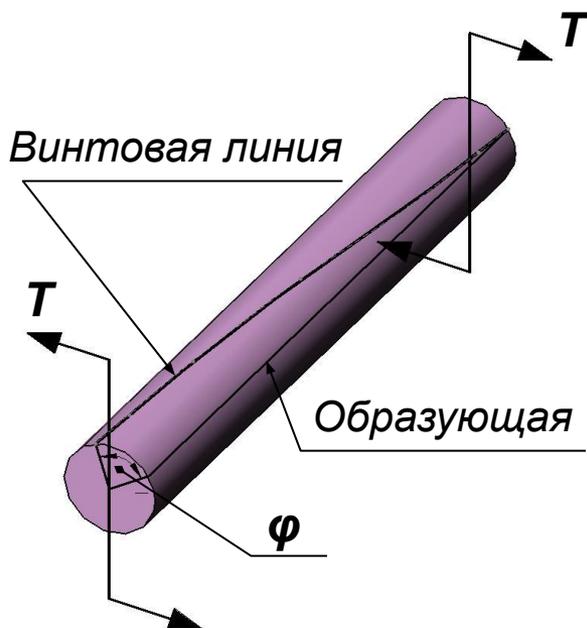
$$n_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\psi_{\tau} \tau_m + \tau_a \frac{K_{\tau}}{K_{n\tau} K_{m\tau}}}$$

## 2. Жесткость – способность деталей сохранять свои размеры и форму при действии нагрузки

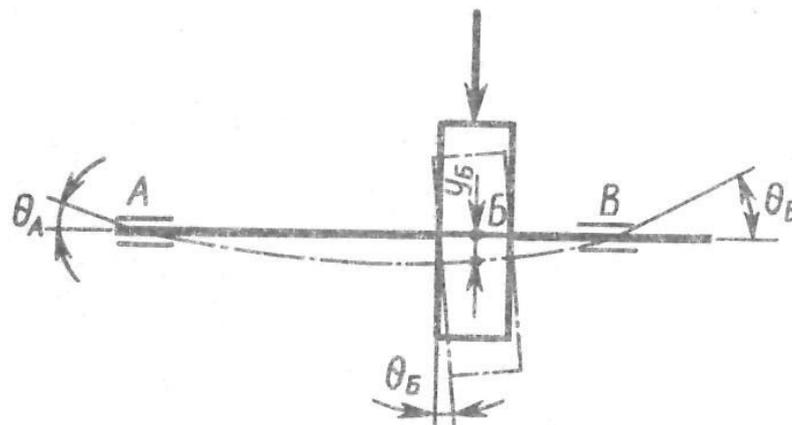
Жесткость соответствующих деталей обеспечивает требуемую точность машин, нормальную работу ее узлов.

$$y \leq [y]; \quad f \leq [f]; \quad \theta \leq [\theta]; \quad \varphi \leq [\varphi]$$

Жесткость при кручении



Жесткость при изгибе



### **3. Износостойкость**

Изнашиванием называется процесс разрушения и отделения материала с поверхности твердого тела и накопления его остаточной деформации при трении, проявляющейся в постепенном изменении размеров и формы тела

Результат изнашивания называется ИЗНОСОМ

Свойство материала оказывать сопротивление изнашиванию в определенных условиях трения называется износостойкостью

3 вида изнашивания:

- механическое
- коррозионно-механическое
- молекулярно-механическое

## Механическое изнашивание

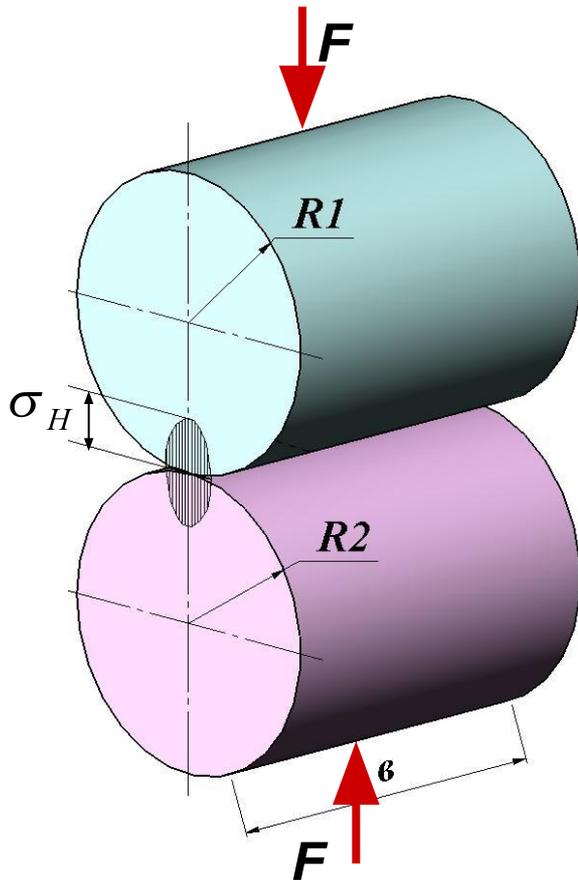
- **абразивное** – в результате режущего или царапающего действия твердых частиц, попадающих в зону контакта деталей
- **усталостное изнашивание** – происходящее в результате усталостного разрушения (отслаивания и выкрашивания) при повторном деформировании микрообъемов материала поверхностного слоя.

## Молекулярно- механическое изнашивание

- **изнашивание при заедании** – в результате схватывания, глубинного вырывания материала, переноса его с одной поверхности трения на другую и воздействия возникающих неровностей на сопряженную поверхность. Заедание может привести к задиру –появлению широких и глубоких борозд в направлении скольжения

## 4. Контактная прочность

**Контактные напряжения** - местные сжимающие напряжения, возникающие в зоне контакта поверхностей деталей



Для деталей, в поверхностных слоях которых возникают контактные напряжения (фрикционные катки, зубчатые колеса, кольца подшипников качения) решающую роль в большинстве случаев играет не объемная прочность, а контактная прочность

Если возникающие контактные напряжения переменны во времени, расчет на контактную прочность имеет целью *гарантировать отсутствие усталостного разрушения (выкрашивания) рабочих поверхностей деталей в течение заданного срока их службы*

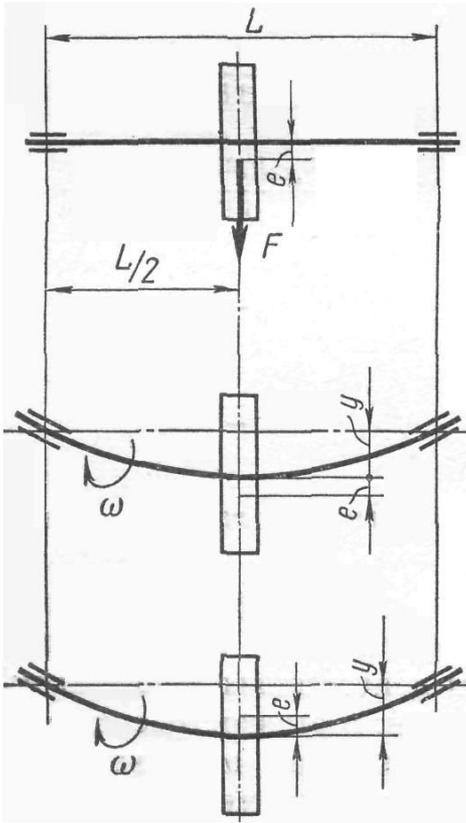
$$\sigma_H \leq [\sigma_H] \quad \text{например,} \quad [\sigma_H] = 2HB + 70$$

## 5. Теплостойкость

- способность конструкции работать в пределах заданных температур в течение заданного промежутка времени

## 6. Виброустойчивость

- способность конструкции работать в заданном диапазоне режимов без недопустимых колебаний



Основной задачей расчета на колебания является выбор конструкции такой жесткости, при которой не будет опасности возникновения резонанса колебаний