

# Лекция 1

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КУРСЕ «ДЕТАЛИ МАШИН». КРАТКАЯ ИСТОРИЯ

## И ЗАДАЧИ КУРСА. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ДЕТАЛЯМ МАШИН

### План лекции:

1. История развития науки «Детали машин».

Его роль при подготовке инженеров – механиков.

2. Основные требования, предъявляемые к деталям машин.

3. Основные материалы деталей машин.

# **1. История развития науки «Детали машин». Его роль при подготовке инженеров – механиков**

«Детали машин» являются первым из расчетно-конструкторских курсов, в котором изучают основы проектирования **машин и механизмов.**

**Любая машина (механизм) состоит из деталей.**

**Деталь** – такая часть машины, которую изготавливают без сборочных операций. Детали могут быть **простыми** (болт и гайка, шпонка и т. п.) или **сложными** (коленчатый вал, корпус редуктора, станина станка и т. п.).

**Детали** (частично или полностью) **объединяют в узлы**.

**Узел** – представляет собой **законченную сборочную единицу**, состоящую из ряда деталей, имеющих общее функциональное назначение (**подшипник качения, муфта, редуктор** и т. п.).

**Сложные узлы** могут включать несколько простых узлов (подузлов); например, **редуктор** включает подшипники, валы с насаженными на них **зубчатыми колесами** и т. п.

Среди большого разнообразия деталей и узлов машин выделяют такие, которые применяют почти **во всех машинах** (болты, валы, муфты, механические передачи и т. п.).

Эти детали (узлы) **называют деталями общего назначения** и изучают в курсе «Детали машин».

Первый курс под названием «Детали машин» написан **в 1881 г. проф. В.Л. Кирпичевым** (1845–1913). В дальнейшем этот курс получил свое развитие в трудах проф. **П.К. Худякова** (1857–936), **А. И. Сидорова** (1866–1931), **М.А. Саверина** (1891–1952) и др. Из курсов, написанных зарубеж-ными учеными, переведены на русский язык и широко использовались труды **К. Баха** и **Ф. Ретшера**.

## 2. Основные требования, предъявляемые к деталям машин

Совершенство конструкции детали оценивают по **ее надежности и экономичности.**

Под **надежностью** понимают **свойство изделия сохранять во времени свою работоспособность.**

**Экономичность** определяют стоимостью материала, затратами на производство и эксплуатацию.

# Основные критерии работоспособности и расчета деталей машин:

- *прочность;*
- *жесткость;*
- *износостойкость;*
- *коррозионная стойкость;*
- *теплостойкость,*
- *виброустойчивость.*

Значение того или иного критерия для данной детали зависит от ее функционального назначения и условий работы.

**Например,** для **крепежных винтов** главным критерием является **прочности**, а для ходовых винтов – **износостойкость**.

**Прочность** является главным критерием работоспособности большинства деталей.

Непрочные детали не могут работать. Следует помнить, что разрушения частей машины приводят не только к простоям, но и к несчастным случаям.



Различают разрушение деталей вследствие потери **статической прочности или сопротивления усталости**. Потеря статической прочности происходит тогда, когда значение рабочих напряжений превышает предел статической **прочности материала** (например,  $\sigma_B$ ). Это связано обычно со случайными перегрузками, **не учтенными при расчетах**, или со скрытыми дефектами деталей (раковины, трещины и т. п.).

Потеря **сопротивления усталости** происходит в результате длительного действия **переменных напряжений**, превышающих **предел выносливости** материала (**например,  $\sigma_{-1}$** ).

**Сопротивление усталости** значительно понижается при наличии концентраторов напряжений, связанных с конструктивной формой детали (**галтели, канавки и т. п.**) или с дефектами производства (**царапины, трещины и пр.**).

Основы расчетов на прочность изучают **в курсе сопротивления материалов**. В курсе «Детали машин» общие методы расчетов на прочность рассматривают в приложении к конкретным деталям и придают им форму **инженерных расчетов**.

**Жесткость** характеризуется изменением размеров и формы детали под нагрузкой.

Расчет на **жесткость** предусматривает ограничение упругих перемещений деталей в пределах, допустимых для конкретных условий работы.

Таковыми условиями могут быть условия работы **сопряженных деталей** (например, качество зацепления зубчатых колес и условия работы подшипников ухудшаются при больших прогибах валов) и **технологические условия** (например, точность и производительность обработки на металлорежущих станках в значительной степени определяются жесткостью станка и обрабатываемой детали).

Нормы жесткости деталей устанавливают на основе **практики эксплуатации** и **расчетов**. Значение расчетов на жесткость возрастает в связи с широким внедрением высокопрочных сталей, у которых увеличиваются характеристики прочности ( $\sigma_B$  и  $\sigma_{-1}$ ), а **модуль упругости  $E$**  (характеристика жесткости) остается почти неизменным.

**Изнашивание** — процесс постепенного изменения размеров деталей в результате трения. При этом увеличиваются зазоры в подшипниках, в направляющих, в зубчатых зацеплениях, в цилиндрах поршневых машин и т. п. Увеличение зазоров снижает качественные характеристики механизмов — мощность, к.п.д., надежность, точность и пр. Детали, изношенные больше нормы, бракуют и заменяют при ремонте. Несвоевременный ремонт приводит к поломке машины, а в некоторых случаях и к аварии.

Установлено, что при современном уровне техники 85...90% машин выходят из строя в результате изнашивания и только 10... 15% по другим причинам.

Для многих типов машин за период их эксплуатации затраты на ремонты и техническое обслуживание в связи с изнашиванием в несколько раз превышают стоимость новой машины. Этим объясняется большое внимание, которое уделяют в настоящее время трибонике — науке о трении, смазке и изнашивании механизмов.


**Коррозия** — процесс постоянного разрушения поверхностных слоев металла в результате окисления. Коррозия является причиной преждевременного разрушения многих конструкций. Из-за коррозии ежегодно теряется до 10% выплавляемого металла.

Для защиты от коррозии применяют антикоррозионные покрытия или изготавливают детали из специальных коррозионноустойчивых материалов, например нержавеющей стали и пластмасс. Особое внимание уделяется деталям, работающим в присутствии воды, пара, кислот, щелочей и других агрессивных средах.



**Теплостойкость. Нагрев деталей машин  
может вызвать следующие вредные  
последствия:**

- понижение прочности материала и появление ползучести;
- понижение защищающей способности масляных пленок, а следовательно, увеличение изнашивания деталей;
- изменение зазоров в сопряженных деталях, которое может привести к заклиниванию или заеданию;
- понижение точности работы машины (например, прецизионные станки).



**Виброустойчивость.** Вибрации вызывают дополнительные переменные напряжения и, как правило, приводят к **усталостному разрушению деталей**. В некоторых случаях **вибрации** снижают качество работы машин. Например, **вибрации** в металлорежущих станках снижают точность обработки и ухудшают качество поверхности обрабатываемых деталей. Особенно опасными являются **резонансные колебания**. Вредное влияние **вибраций** проявляется также и в **увеличении шумовых характеристик механизмов**.

В инженерной практике встречаются **два вида расчета**: проектный и проверочный.

**Проектный расчет** — предварительный, упрощенный расчет, выполняемый в процессе разработки конструкции детали (машины) в целях определения ее размеров и материала.

**Проверочный расчет** — уточненный расчет известной конструкции, выполняемый в целях проверки ее прочности или определения норм нагрузки.

**Расчетные нагрузки.** При расчетах деталей машин различают расчетную и номинальную нагрузку. Расчетную нагрузку, например вращающий момент  $T$ , определяют как произведение номинального момента  $T_n$  на динамический коэффициент режима нагрузки  $K$ :

$$T = KT_n.$$

Номинальный момент соответствует паспортной (проектной) мощности машины. Коэффициент  $K$  учитывает дополнительные динамические нагрузки, связанные в основном с неравномерностью движения, пуском и торможением.

### 3. Основные материалы деталей машин

**Выбирая материал, учитывают в основном следующие факторы:** соответствие свойств материала главному критерию работоспособности (прочность, износостойкость и др.); **требования к массе**

и **габаритам** детали и машины в целом; другие требования, связанные с назначением детали и условиями ее эксплуатации (**противокоррозионная стойкость, фрикционные свойства, электроизоляционные свойства и т. д.**); соответствие технологических свойств материала конструктивной форме и намечаемому способу обработки детали (**штампруемость, свариваемость, литейные свойства, обрабатываемость резанием и пр.**); стоимость и дефицитность материала.


**Черные металлы**, подразделяемые на **чугуны и стали**, имеют наибольшее распространение. Это объясняется прежде всего их высокой прочностью и жесткостью, а также сравнительно невысокой стоимостью. Основные недостатки **черных металлов** – **большая плотность и слабая коррозионная стойкость**.

**Цветные металлы** – медь, цинк, свинец, олово, алюминий и некоторые другие – применяются главным образом в качестве составных частей сплавов (бронз, латуней, баббитов, дюралюминия и т. д.).

Эти металлы значительно дороже черных и используются для выполнения особых требований: легкости, антифрикционности, антикоррозионности и др.

**Неметаллические материалы** – дерево, резина, кожа, асбест, металлокерамика и пластмассы – также находят широкое применение.


**Пластмассы** – сравнительно новые материалы, применение которых в машиностроении все более расширяется.



Современное развитие химии высокомолекулярных соединений позволяет получить материалы, которые обладают ценными свойствами: легкостью, прочностью, тепло- и электроизоляцией, стойкостью против действия агрессивных сред, фрикционностью или антифрикционностью и т. д.

**Пластмассы технологичны.** Они обладают хорошими литейными свойствами и легко обрабатываются пластическим деформированием при сравнительно невысоких температурах и давлениях.






Это позволяет получать из пластмасс изделия почти любой сложной формы высокопроизводительными методами: литьем под давлением, штамповкой, вытяжкой или выдуванием.

Другим преимуществом пластмасс является сочетание легкости и высокой прочности. По этому показателю некоторые виды пластмасс могут конкурировать с лучшими сортами стали и дюралюминия. Высокая удельная прочность позволяет использовать пластмассы в конструкциях, уменьшение массы которых имеет особо важное значение.


## **Основные потребители пластмасс в настоящее**

**время** – электрорадиотехническая и химическая промышленность. Здесь из пластмасс изготавливают корпуса, панели, колодки, изоляторы, баки, трубы и другие детали, подвергающиеся действию кислот, щелочей и т. п.

В других отраслях машиностроения пластмассы применяют главным образом для производства корпусных деталей, шкивов, вкладышей подшипников, фрикционных накладок, втулок, маховичков, рукояток и т. д.



**Порошковые материалы** получают методом порошковой металлургии, сущность которой состоит в изготовлении деталей из порошков металлов путем прессования и последующего спекания в прессформах. Применяют порошки однородные или из смеси различных металлов, а также из смеси металлов с неметаллическими материалами, например с графитом.



При этом получают материалы с различными механическими и физическими свойствами (например, высокопрочные, износостойкие, антифрикционные и др.)

В машиностроении наибольшее распространение получили детали на основе железного порошка. Детали, изготовленные методом порошковой металлургии, не нуждаются в последующей обработке резанием, что весьма эффективно при массовом производстве. В условиях современного массового производства развитию порошковой металлургии уделяется большое внимание.