



# ДЕТАЛИ МАШИН



Основные положения

# Цели и задачи курса

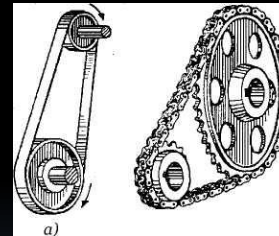
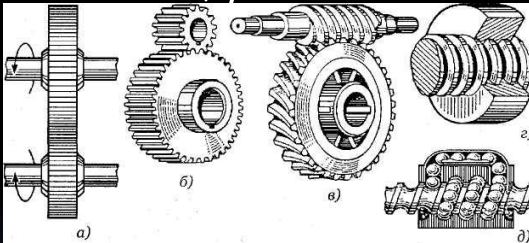
В курсе «Детали машин» изучаются основы расчета на прочность и жесткость деталей машин общего назначения, проводится выбор материалов, изучаются правила конструирования деталей с учетом технологии изготовления и эксплуатации машин.

# Детали и узлы общего назначения делятся на три основные группы:

1. Детали соединения (болт, шпильки и др.);



2. механические передачи (зубчатые, червячные, винт-гайка, цепные, ременные);



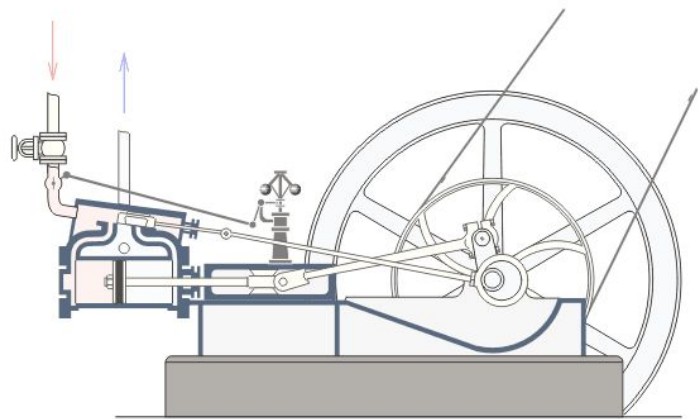
3. детали и узлы передач (валы, подшипники, муфты и др.)





*Машина* –  
механическое  
устройство,  
предназначенное  
для выполнения  
требуемой  
полезной работы,  
связанное с  
процессом  
производства.



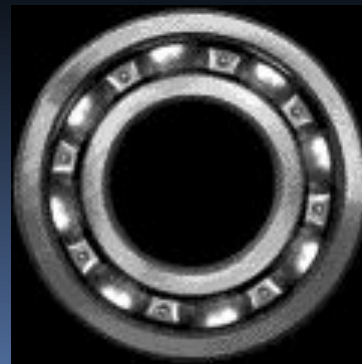


**Механизм** – система подвижно соединенных тел, предназначенная для преобразования движения одного или нескольких тел в требуемые движения других тел.





**Узел** – сборочная единица, которую можно собираться отдельно от изделия в целом, выполняющая определенную функцию совместно с другими составными частями изделия (муфты, подшипники качения).



По характеру рабочего процесса и назначению машины можно разделить на три класса:

■ **класс** — *машины-двигатели* - преобразующие тот или иной вид энергии в механическую работу (двигатели внутреннего сгорания, турбины и др.);





■ ■ класс — *машины-преобразователи* (генераторы), преобразующие механическую энергию (полученную от машины-двигателя) в другой вид энергий (например, электрические машины — генераторы тока);






**III класс** — *машины-орудия* (рабочие машины), использующие механическую энергию, получаемую от машины-двигателя, для выполнения технологического процесса, связанного с изменением свойств, состояния и формы обрабатываемого объекта, а также для выполнения транспортных операций (металлообрабатывающие станки, сельскохозяйственные машины и др.)




# Требования, предъявляемые к проектируемым машинам, узлам и деталям: К машинам:

- увеличение мощности при тех же габаритных размерах;
- повышение скорости и производительности;
- повышение коэффициента полезного действия (КПД);
- автоматизация работы машин;
- использование стандартных деталей и типовых узлов;
- минимальная масса и низкая стоимость изготовления.



*Основными требованиями,*  
которым должны удовлетворять  
детали и узлы машин,  
являются:

- прочность ;
  - жесткость ;
  - износостойкость ;
  - теплостойкость ;
  - виброустойчивость .
- 

# Дополнительные требования:


- ❑ Коррозионная стойкость;
- ❑ Снижение массы деталей;
- ❑ Использование недефицитных и дешевых материалов;
- ❑ Простота изготовления и технологичность деталей и узлов должны быть предметом всемерного внимания;
- ❑ Удобство эксплуатации;
- ❑ Транспортабельность машин, узлов и деталей, т. е.;
- ❑ Стандартизация имеет большое экономическое значение;
- ❑ Красота форм;
- ❑ Экономичность конструкции определяется широким использованием стандартных и унифицированных деталей и узлов.

# Основные критерии работоспособности и расчета деталей машин

*Работоспособность — состояние детали, при котором она способна выполнять заданные функции с параметрами, установленными требованиями нормативно-технической документации.*

Основными критериями работоспособности деталей машин являются прочность, жесткость, износостойкость, теплостойкость, виброустойчивость. Кратко рассмотрим эти требования.

*Прочность — свойство материалов детали в определенных условиях и пределах, не разрушаясь, воспринимать те или иные воздействия (нагрузки, неравномерные температурные поля и др.).*




В большинстве технических расчетов под нарушением прочности понимают не только разрушение, но и возникновение *пластических деформаций*.

Наиболее распространенным методом оценки прочности деталей машин является сравнение расчетных (рабочих) напряжений, возникающих в деталях машин под действием нагрузок, с допускаемыми.

Условие прочности выражают неравенством

$$\sigma \leq [\sigma] \text{ или } \tau \leq [\tau],$$




где  $\sigma$ ,  $\tau$  — расчетные нормальное и касательное напряжения в опасном сечении детали;  $[\sigma]$ ,  $[\tau]$  — допускаемые напряжения. Силы измерения Н (ньютонах), Па (паскалях).

***Жесткостью называют способность деталей сопротивляться изменению их формы под действием приложенных нагрузок.***

Наряду с прочностью это один из важнейших критериев работоспособности машин. Иногда размеры деталей (таких, как длинные оси, валы и т. п.) окончательно определяются расчетом на жесткость.









*Износостойкость* — сопротивление деталей машин и других трущихся изделий изнашиванию.

*Изнашивание* — процесс разрушения поверхностных слоев при трении, приводящий к постепенному изменению размеров, формы, массы и состояния поверхности деталей (износу).

*Износ* — результат процесса изнашивания.

Изнашивание деталей можно уменьшить следующими конструктивными, технологическими и эксплуатационными мерами:


- создать при проектировании деталей условия, гарантирующие трение со смазочным материалом;
  - выбрать соответствующие материалы для сопряженной пары;
  - соблюдать технологические требования при изготовлении деталей;
  - наносить на детали покрытия;
  - соблюдать режимы смазывания и защиты трущихся поверхностей от абразивных частиц.
- 



*Под теплостойкостью понимают способность деталей сохранять нормальную работоспособность в допустимых (заданных) пределах температурного режима, вызываемого рабочим процессом машин и трением в их механизмах.*

Тепловыделение, связанное с рабочим процессом, имеет место в тепловых двигателях, электрических машинах, литейных машинах и в машинах для горячей обработки материалов.

Нагрев деталей машин может вызвать следующие вредные последствия:

- понижение защищающей способности масляных пленок, а следовательно, увеличение износа трущихся деталей;
  - изменение зазоров в сопряженных деталях;
  - в некоторых случаях понижение точности работы машины;
  - для деталей, работающих в условиях многократного циклического изменения температуры, могут возникнуть и развиваться микротрещины,
- 

# О выборе материалов



- Для изготовления деталей машин применяют различные материалы металлические и неметаллические. Наиболее распространенными материалами машиностроения являются сталь, чугун, алюминиевые и медно-цинковые сплавы, бронзы и различные виды пластмасс.



Марка стали	$\sigma_B$ , МПа	$\sigma_T$ , МПа	НВ	Применение
<b><i>Отливки из углеродистой стали</i></b>				
35Л	490	274	>143	Зубчатые колеса, работающие в тяжелых эксплуатационных условиях, валы, оси и т. д.
40Л	520	294	>147	
45Л	540	314	>153	
50Л	569	333	>174	
55Л	589	343	155-217	
<b><i>Сталь легированная конструкционная</i></b>				
30ХГС	981-795	835-637	229-215	Ответственные зубчатые колеса, штампованные и сварные узлы
35Х	934-686	736-441	241 — 190	Зубчатые колеса, кулачковые муфты
40Х	981-686	785-441	241-190	Валы, зубчатые колеса, оси, коленчатые валы, упорные кольца
40ХН	981-736	785-550	250-220	валы, зубчатые колеса, шлицевые валики


# О стандартизации и взаимозаменяемости в машиностроении

Стандартизация устанавливает и рекомендует обязательному применению правила, нормы, параметры, технические и качественные характеристики проектируемых и выпускаемых изделий. Различают следующие категории стандартов: **ГОСТ** — государственный стандарт; **СТО** — стандарт предприятия.

Стандартизация имеет важное общегосударственное значение для обеспечения продукции высокого качества.

Необходимость использования стандартных деталей и типовых узлов при проектировании новых и модернизации старых машин. Болты, винты, гайки, шпонки, подшипники качения, муфты, ремни, цепи и другие изделия должны соответствовать определенным **ГОСТ**. Стандарты категории **ISO** — международные стандарты — применяют для изделий специального назначения. Выпускаются также и нестандартные изделия. Для них завод-изготовитель разрабатывает **ТУ** — технические условия, соответствующие требованию **ГОСТ 2.114-95** и **ГОСТ 2.115-70**.

При выполнении курсового проекта по деталям машин следует делать ссылки на **ГОСТ**




Широкое распространение в машиностроении получила унификация и взаимозаменяемость деталей и сборочных единиц машин.

**Унификация** — рациональное совмещение многообразия видов, типов изделий одинакового функционального назначения.

**Взаимозаменяемость** — свойство одних и тех же изделий, позволяющее устанавливать их в процессе сборки или заменять без предварительной подгонки при сохранении всех требований, предъявляемых в работе изделия в целом.

Унификация и взаимозаменяемость создают номенклатуру однотипных деталей и сборочных единиц для применения их в различных машинах, приводят к уменьшению трудоемкости и стоимости изготовления, повышению качества и увеличению долговечности деталей.



Взаимозаменяемость деталей машин обеспечивается системой допусков и посадок, которая также стандартизована в соответствии с Единой системой допусков и посадок (ЕСДП). Допуски и посадки, применяемые в машиностроении.

Предпочтительные поля допусков валов по ЕСПД (выборка из ГОСТ 25347-89)

Интервалы номинальных размеров, мм	Квалитет 6						Квалитет 7	Квалитет 8	Квалитет 9	Квалитет 11						
	Поля допусков															
	g6	h6	J <sub>s</sub> 6	к6	п6	р6	т6	з6	f7	h7	e8	ь8	d9	h9	d11	h11
Предельные отклонения, мкм																
От 1 до 3	-2 -8	0 -6	+3 -3	+6 0	+10 +4	+12 +6	+16 +10	+20 +14	-6 -16	0 -10	-14 -28	-0 -14	-20 -45	0 -25	-20 -80	0 -60
Св. 3 до 6	-4 -12	0 -8	+4 -4	+9 +1	+16 +8	+20 +12	+23 +15	+27 +19	-10 -22	0 -12	-20 -38	0 -18	-30 -60	0 -30	-30 -105	0 -75
Св. 6 до 10	-5 -14	0 -9	+4,5 -4,5	+10 +1	+19 +10	+24 +15	+28 +19	+32 +23	-13 -28	0 -15	-25 -47	0 -22	-40 -76	0 -36	-40 -130	-0 -90
Св. 10 до 14	-6	0	+5,5	+12	+23	+29	+34	+39	-16	0	-32	0	-50	0	-50	0
Св. 14 до 18	-17	-11	-5,5	+1	+12	+18	+23	+28	-34	-18	-59	-27	-93	-43	-160	-110
Св. 18 до 24	-7	0	+6,5	+15	+28	+35	+41	+48	-20	0	-40	0	-65	0	-65	0
Св. 24 до 30	-20	-13	-6,5	+2	+15	+22	+28	+35	-41	-21	-73	-33	-117	-52	-195	-130
Св. 30 до 40	-9	0	+8	+18	+33	+42	+50	+59	-25	0	-50	0	-80	0	-80	0
Св. 40 до 50	-25	-16	-8	+2	+17	+26	+34	+43	-50	-25	-89	-39	-142	-62	-240	-160
Св. 50 до 65	-10	0	+9,5	+21	+39	+51	+60 +41	+72 +53	-30	0	-60	0	-100	0	-100	0




# О системе автоматического проектирования

При эксплуатации машины подвергаются внешнему воздействию, которые значительно изменяются при их работе в различных климатических зонах. В отдельных случаях они могут значительно превышать уровень, установленный техническими условиями, что приводит к внезапным отказам. Высокая надежность обеспечит безопасность для обслуживающего персонала и окружающей среды.

Наибольшие воздействия на работоспособность машин оказывают: низкая и высокая температура, повышенная влажность среды, сильный ветер, дождь, снег и т.д. При проектировании машины трудно одновременно учесть влияние всех внешних факторов, поэтому их создают, как правило, в отдельном исполнении для эксплуатации в конкретных условиях.


Проводимые в этой области мероприятия можно рассматривать в нескольких направлениях— повышение



стойкости изделий к внешним воздействиям— защита и изоляция машины от вредных воздействий— применение автоматики для повышения надежности машин .

Создание машин, снижающих затраты в процессе эксплуатации, с наличием информационных систем о ее состоянии — одно из основных направлений повышения их работоспособности.

Применение новейших материалов в них, передовую технологию автоматизированного механосборочного производства; системы автоматизированного проектирования технологических процессов и применение вычислительной техники для решения технических вопросов; станочные системы с программным управлением, автоматизированные и автоматические линии; обеспечение и управление точностью и качеством изготовления агрегатов машин, методы технико-экономического анализа.



# Контрольные вопросы

1. Цель и задачи курса «Детали машин»?
2. Какова разница между механизмом и машиной?
3. Почему весы, динамометры, электросчетчики не относятся к категории машин?
4. Назовите детали (сборочные единицы) общего и специального назначения.
5. Какими преимуществами обладают стандартизованные детали (сборочные единицы) при конструировании и выполнении ремонтных работ?
6. Что такое стандартизация и унификация деталей и сборочных единиц машин и каково их значение в развитии машиностроения?
7. Назовите материалы, получившие наибольшее применение в машиностроении, и укажите общие предпосылки выбора материала для изготовления детали.
8. Могут ли в детали, работающей под действием постоянной нагрузки, возникнуть переменные напряжения?
9. Укажите основные факторы, влияющие на значение допускаемого напряжения и коэффициента запаса прочности.
10. Укажите основные критерии работоспособности деталей машин?
11. Дайте определения прочности и жесткости?