



ДЕТАЛИ МАШИН



Основные положения

Цели и задачи курса

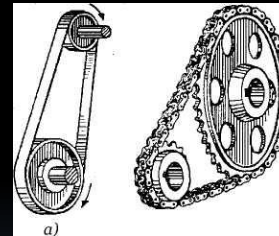
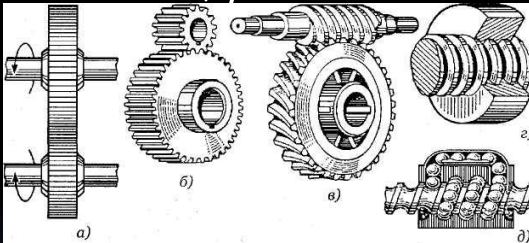
В курсе «Детали машин» изучаются основы расчета на прочность и жесткость деталей машин общего назначения, проводится выбор материалов, изучаются правила конструирования деталей с учетом технологии изготовления и эксплуатации машин.

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);



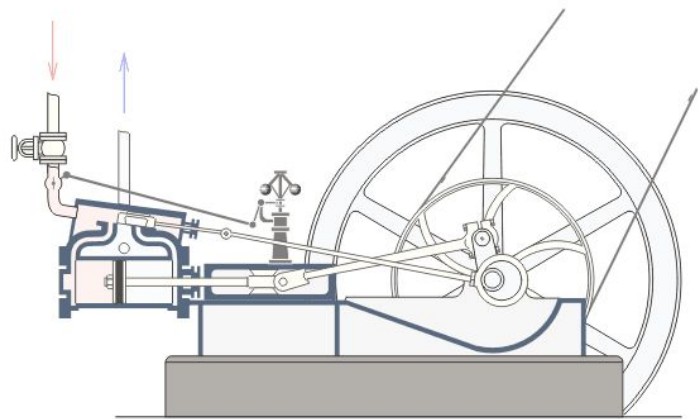
3. детали и узлы передач (валы, подшипники, муфты и др.)





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



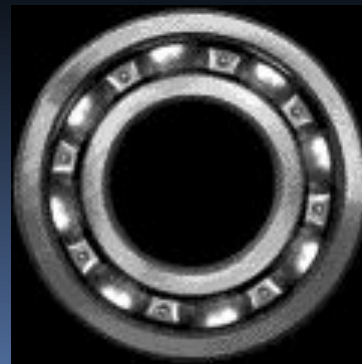


Механизм – система подвижно соединенных тел, предназначенная для преобразования движения одного или нескольких тел в требуемые движения других тел.





Узел – сборочная единица, которую можно собирать 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 σ , τ — 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 | σ_B , МПа | σ_T , МПа | НВ | Применение |
|--|------------------|------------------|-----------|--|
| <i>Отливки из углеродистой стали</i> | | | | |
| 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 | |
| <i>Сталь легированная конструкционная</i> | | | | |
| 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 _s 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?