

Тема. Общие сведения о деталях машин

Лекция № 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ДЕТАЛЯХ МАШИН

Вопросы, изложенные в лекции

- 1 Предмет и дисциплина «Детали машин».
- 2 Общие сведения о деталях машин. Требования к деталям машин.
- 3 Работоспособность и надежность изделий.
- 4 Проектирование и расчет типовых изделий.

Предмет и дисциплина «Детали машин»

Детали машин – прикладная научная дисциплина, изучающая общеинженерные методы проектирования (расчета и конструирования) элементов машин и механизмов.

Курс «Детали машин» является завершающим в общеинженерной подготовке студентов высших учебных заведений (университетов).

Цель курса – создать теоретическую базу для последующего изучения конструкции различных машин (в том числе транспортных и подъемно-транспортных), их эксплуатации и ремонта с учетом критериев работоспособности, надежности и технологичности.

Задача курса – изучение типовых конструкций элементов механизмов общепромышленного применения, основных принципов их работы и методов проектирования, включая прочностные расчеты, определение параметров и конструктивных особенностей.

В результате изучения дисциплины ДМ студенты должны следующее:

Иметь представление:

- 1) о принципах проектирования деталей и узлов машин и механизмов;*
- 2) о влиянии свойств материалов и технологичности конструкций на эффективность и эксплуатационные качества машин.*

Знать:

- 3) характерные виды разрушений и основные критерии работоспособности узлов и агрегатов машин и механизмов.*

Уметь:

- 4) производить оценку работоспособности механизмов и машин, выполнять расчеты при проектировании типовых деталей и узлов;*
- 5) оценивать достоинства и недостатки конструкций узлов и агрегатов машин;*
- 6) конструировать узлы и агрегаты машин.*

Объем курса 216 часов (V-VI сем.); из них учебных занятий с преподавателем (аудиторных) 96 часов – лекций 64 часа, практических, лабораторных и самостоятельных занятий под руководством преподавателя 32 часов, включая курсовой проект.

Литература для изучения:

- 1. Проектирование механических передач: Учебн.- справ. пособие / Под ред. Чернавского С.А.– М.: Машиностроение, 1984. – 560с.**
- 2. Цехнович Л.И., Петриченко И.П. Атлас конструкций редукторов: Учебное пособие. – К.: Выща школа, 1990.- 151 с.**
- 3. Иванов М.Н. Детали машин: Учеб. для вузов. - М.: Высшая школа, 1991. - 383 с.**
- 4. Детали машин: Учебник для вузов / Под ред. О.А. Ряховского. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 520с. – (Сер. Механика в техническом университете; т.8)**
- 5. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х тт. – М.: Машиностроение, 1999.**
- 6. Орлов П.И. Основы конструирования: Справ.- метод. пособие. В 2-х кн. - Москва: Машиностроение, 1988.**
- 7. В.В. Проців, К.А. Зіборов, О.М. Твердохліб. Проектування редукторів з використанням САПР КОМПАС: Навч. посібник. – Дніпропетровськ: Вид. НГУ, 2010. – 180 с.**

Общие сведения о деталях машин.

Требования к деталям машин

Основные определения.

Машина (от латинского *machina*) – устройство, выполняющее механическое движение с целью преобразования энергии, материалов или информации.

Основное назначение машин – частичная или полная замена производственных функций человека с целью повышения производительности, облегчения человеческого труда или замены человека в недопустимых для него условиях работы.

В зависимости от выполняемых функций машины делятся на следующие:

- энергетические;
- рабочие (транспортные, технологические);
- информационные (вычислительные, шифровальные, телеграфные и т.п.);
- машины-автоматы, сочетающие в себе функции нескольких видов машин, включая информационные.

Агрегат (от латинского *aggrego* – присоединяю) – укрупненный унифицированный элемент машины (например, в автомобиле двигатель, топливоподающий насос), обладающий полной взаимозаменяемостью и выполняющий определенные функции в процессе работы машины.

Механизм – искусственно созданная система материальных тел, предназначенная для преобразования движения одного или нескольких тел в требуемое (необходимое) движение других тел.

Прибор – устройство, предназначенное для измерений, производственного контроля, управления, регулирования и других функций, связанных с получением, преобразованием и передачей информации.

Сборочная единица (узел) – изделие или часть его (часть машины), составные элементы которого подлежат соединению между собой (собираются) на предприятии-изготовителе (смежном предприятии). Сборочная единица имеет, как правило, определенное функциональное назначение.

Деталь – (франц. *detail* – кусочек) – изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций.

Общая классификация деталей и сборочных единиц машин

1 Передачи вращательного движения
(зубчатые, ременные, червячные и др.)

2 Детали и сборочные единицы, обслуживающие передачи (валы, подшипники, муфты и др.)

3 Соединительные детали и соединения (сварные, резьбовые, шпоночные и другие).

Классификация элементов машин по функциональному назначению

1 **Корпусные** служат для размещения и фиксации подвижных деталей механизма, для защиты их от действия неблагоприятных факторов внешней среды, а также для крепления механизмов в составе машин и агрегатов. Часто корпусные детали используются для хранения эксплуатационного запаса смазочных материалов.

2 **Соединительные** для разъемного и неразъемного соединения (например, муфты – устройства для соединения вращающихся валов; болты, винты, шпильки, гайки – детали для разъемных соединений; заклепки – детали для неразъемного соединения).

3 **Передаточные механизмы и детали** предназначены для передачи энергии и движения от источника (двигателя) к потребителю (исполнительному механизму), выполняющему необходимую полезную работу.

4 Упругие элементы необходимы для ослабления ударов и вибрации или для накопления энергии с целью последующего совершения механической работы (рессоры колесных машин, торсионы, сайлентблоки).

5 Инерционные элементы предназначены для предотвращения или ослабления колебаний (в линейном или вращательном движениях) за счет накопления и последующей отдачи кинетической энергии (маховики, противовесы, маятники).

6 Защитные детали и уплотнения для защиты внутренних полостей узлов и агрегатов от действия неблагоприятных факторов внешней среды и от вытекания смазочных материалов из этих полостей (пылевики, сальники, крышки, рубашки и т.п.).

7 Детали и узлы регулирования и управления предназначены для воздействия на агрегаты и механизмы с целью изменения их режима работы или поддержания его на оптимальном уровне (тяги, рычаги, тросы и т.п.).

Основные требования, предъявляемые к машинам и деталям машин

- удобство и безопасность обслуживания;
- высокая надежность и работоспособность;
- экономичность в изготовлении и эксплуатации;
- соблюдение норм и правил технической эстетики и эргономики (к деталям, непосредственно контактирующим с человеком-оператором, – это ручки и рычаги управления, элементы кабин машины, приборные щитки и т.п.).

Понятие о надежности машин

Надежность – свойство детали или машины в целом выполнять заданные функции с сохранением эксплуатационных показателей в течение требуемого промежутка времени или требуемой наработки (для двигателя – в часах; для авто – в тыс. км пробега и т.д.).

Это комплексное свойство, которое в себя включает следующее:

1 Безотказность – свойство изделия сохранять работоспособность в течение некоторого времени или некоторой наработки без вынужденных перерывов в заданных условиях эксплуатации.

2 Долговечность – свойство изделия сохранять работоспособность до предельного состояния (по эффективности, безопасности) с необходимыми перерывами для ТО и ремонта.

3 Ремонтопригодность – приспособленность изделия к предупреждению, обнаружению и устранению причин отказов путем проведения технического обслуживания (ТО) и ремонтов.

4 Сохраняемость – свойство изделия непрерывно сохранять (в заданных пределах) значения установленных для него показателей качества во время и после хранения и при транспортировке.

*Основным показателем надежности является **вероятность безотказной работы.***

Отказ – событие, нарушающее работоспособность. Отказы делятся на постепенные и внезапные; полные и частичные; устранимые и неустранимые.

Расчет вероятности безотказной работы $P(t)$ базируется на статистических данных, математическом моделировании и т.п.

$$P(t) = (N_0 - N_t) / N_0 ,$$

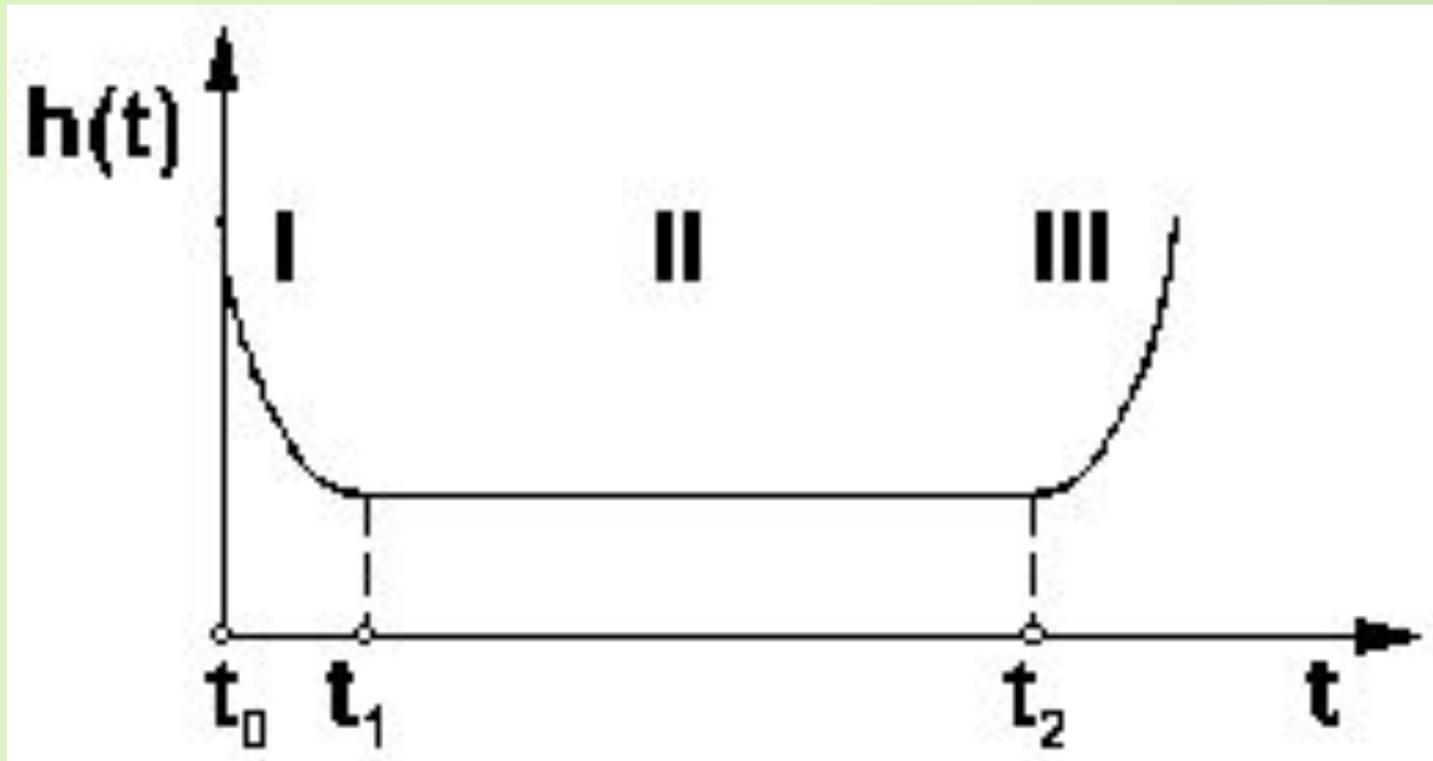
где N_0 – число испытанных деталей (одного наименования);
 N_t – число деталей отказавших за время наработки t .

Вероятность $P(t)$ безотказной работы машины в целом:

$$P(t) = P_1(t) \cdot P_2(t) \cdot \dots \cdot P_n(t)$$

$P_1(t)$, $P_2(t)$, $P_n(t)$ – вероятности безотказной работы отдельных элементов машины.

График интенсивности отказов



1 Период приработки. Причины отказов: проявление дефектов производства, формирование рациональных форм трущихся деталей, нормальных зазоров.

2 Период нормальной эксплуатации. Причины отказов: случайные перегрузки, скрытые дефекты производства (микротрещины и т. д.).

3 Период проявления износа (резкое повышение интенсивности отказов). Наступает предельное состояние, эксплуатация должна быть прекращена.

Критерии работоспособности и особенности расчета деталей машин

Работоспособность – состояние изделия, при котором в данный момент времени его основные параметры находятся в пределах, установленных требованиями нормативно-технической документации и необходимых для выполнения его функциональной задачи.

Работоспособность количественно оценивается следующими показателями:

- 1 Прочность – способность детали выдерживать заданные нагрузки не разрушаясь и не получая пластические деформации.
- 2 Жесткость – способность детали выдерживать заданные нагрузки без изменения формы и размеров.
- 3 Износостойкость – способность детали сопротивляться изнашиванию.
- 4 Стойкость к специальным воздействиям – способность детали сохранять работоспособное состояние при проявлении специальных воздействий (теплостойкость, вибростойкость, радиационная стойкость, коррозионная стойкость и т.п.).
- 5 Точность – способность детали работать в заданных пределах возможных отклонений параметров (например, размеров).

Конструирование.

Последовательность создания документов при конструировании

Конструирование – творческий процесс создания оптимального варианта машины в документах (главным образом, в электронных моделях и чертежах) на основе теоретических расчетов, конструкторского, технологического и эксплуатационного опыта.

Конструирование машин выполняют в несколько стадий, установленных ГОСТ 2.103-68.

Для единичного производства это:

- Разработка технического задания (ТЗ) и технического предложения по ГОСТ 2.118-73.
- Разработка эскизного проекта по ГОСТ 2.119-73.
- Разработка технического проекта по ГОСТ 2.120-73.
- Разработка рабочего проекта.

При необходимости выполняют корректировку документации по результатам изготовления и испытания изделия.

Оптимизация – выбор наилучшего проектного решения.

Проектом называется совокупность расчетов, спецификаций, чертежей и пояснений к ним, предназначенных для определения параметров геометрии, кинематики, динамики, производительности и прочности элементов конструкции машины, а также обоснования технической целесообразности и ее экономических преимуществ.

Комплект технической документации включает следующее:

1 Комплект **конструкторской документации** (регламентируется комплексом стандартов ЕСКД – единой системы конструкторской документации).

2 Комплект **технологической документации** (регламентируется комплексом стандартов ЕСТД – единой системы технологической документации).

3 Комплект **эксплуатационной документации** (регламентируется комплексом стандартов ЕСКД). Последний включает формуляры, технические описания, инструкции по эксплуатации, инструкции по техническому обслуживанию, плакаты, макеты и т.п.

4 Комплект **ремонтной документации** – ремонтные карты, ремонтно-технологические документы и т.п.

В машиностроении важнейшим методом конструирования является **расчет деталей на прочность**, который обычно выполняется в два этапа:

1) **проектный** (проектировочный) расчет или просто (предварительный) расчет;

2) **проверочный** расчет.

Целью проектного расчета является установление необходимых размеров элементов машин, соответствующих заданным нагрузкам и условиям работы. Выполняется по допускаемым напряжениям как предварительный, т.к. нельзя учесть все факторы, влияющие на прочность детали.

Проверочный – является уточненным и производится по рабочему чертежу спроектированной детали, когда известны ее форма, размеры, концентраторы напряжений и т.д.

Проверяют соблюдение таких условий:

$$S \geq [S];$$

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

где S и $[S]$ – действительный и допускаемый коэффициенты запаса прочности;

σ и $[\sigma]$ – расчетное и допускаемое напряжение, МПа.

Взаимозаменяемость

*Возможность производить сборку агрегата машины или ее в целом без дополнительной пригонки деталей, называется взаимозаменяемостью, а сами детали **взаимозаменяемыми**.*

Взаимозаменяемостью могут обладать не только отдельные детали, но и узлы, группы. Так, в различных редукторах могут быть взаимозаменяемыми зубчатые колеса, валы, подшипники и др. В разных машинах сами редукторы могут быть взаимозаменяемыми.

Процесс сборки узла машины состоит в присоединении сопрягаемых деталей друг к другу. Наиболее современной и прогрессивной является непрерывно-поточная сборка узлов и всего изделия, производимая на конвейере. При этом каждая сборочная операция строго рассчитана по времени, а общий темп сборки оказывается весьма высоким. В таких условиях соединение деталей должно производиться быстро, без взаимной пригонки.

В практике машиностроения различают полную и частичную взаимозаменяемость. При полной взаимозаменяемости любая деталь может быть соединена с сопрягаемой без какой-либо пригонки. При частичной взаимозаменяемости допускается частичный или групповой подбор деталей при сборке, а также небольшая дополнительная обработка – пригонка одной детали к другой

**ЛЕКЦИЯ ОКОНЧЕНА.
Спасибо за внимание!**