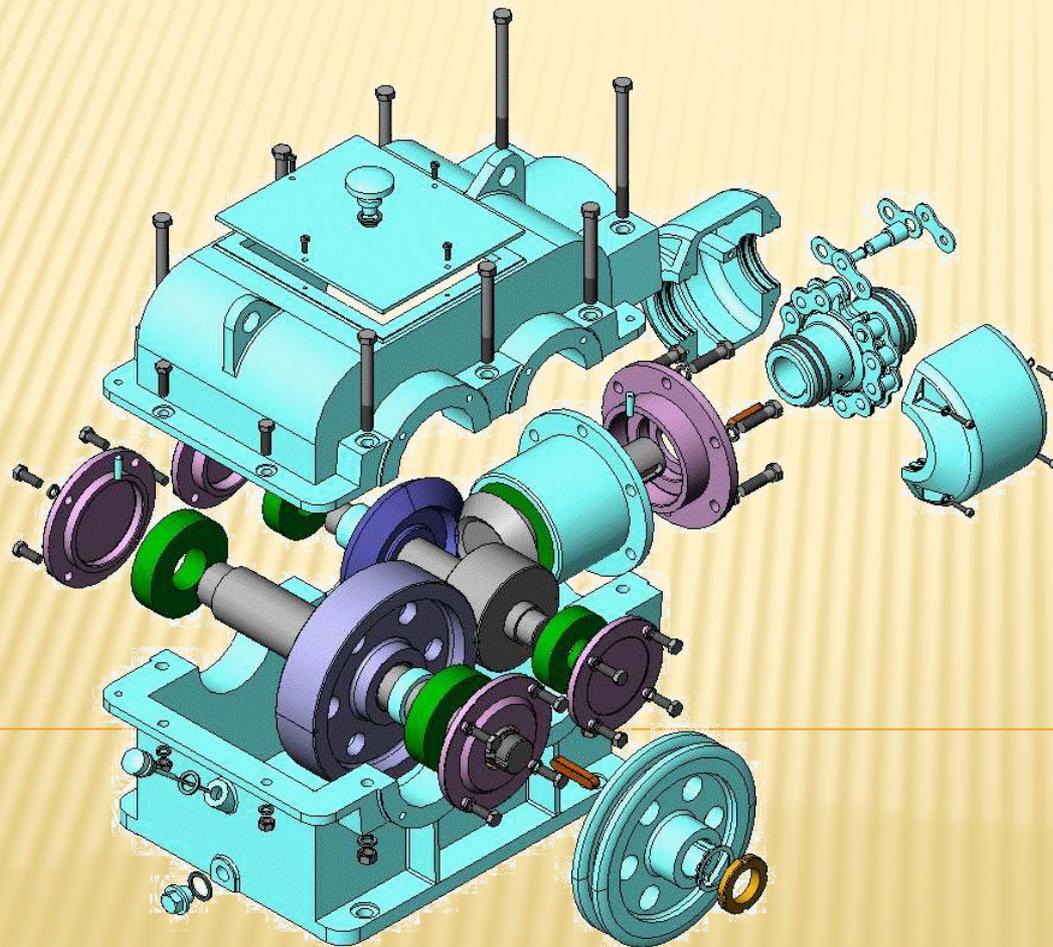


ДЕТАЛИ МАШИН И ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ



Лекция №1

□ **Цель курса – изучение основ расчета и конструирования деталей и узлов общего назначения**

□ **. Учебники**

□ 1.Иванов М Н., Финогенов В. А.

□ *Детали машин: Учебник для машиностроительных спец. вузов. - М.: Высш. шк., 2006. - 408 с.*

□ 2.Дунаев П.Ф., Леликов О.П.

□ *Конструирование узлов и деталей машин: Учеб. пособие для студ. Техн. спец. вузов. - М. Издательский центр «Академия». 2003. - 496 с.*

□ **Пособия учебно-справочные**

□

□ 1.Курмаз Л.В., Скойбеда А.Т.

□ *Детали машин: проектирование (атлас), 2-е изд., испр. М.: Высш. шк. , 2005. – 309 с.: ил.*

▣ Конструирование

- ▣ *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:

- ▣ 1.Разработка технического предложения
- ▣ 2.Разработка эскизного проекта
- ▣ 3.Разработка технического проекта
- ▣ 4.Разработка документации для изготовления изделия
- ▣ 5.Корректировка документации по результатам изготовления и испытания изделия.
- ▣

- **Деталь** – изделие изготовленное из однородного материала без применения сборочных операций



Детали автомобиля

Детали по *эксплуатационному признаку* можно разделить на:

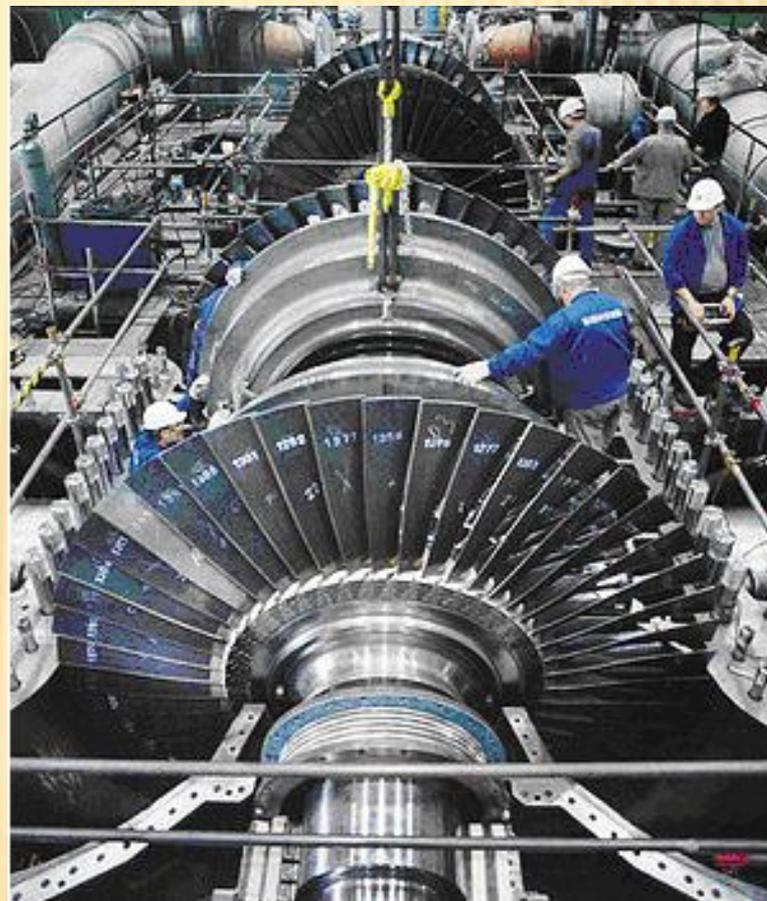
1. *Детали общего назначения* (крепежные и соединительные детали, уплотнительные устройства: болты, шайбы, гайки и др).



2. *Детали специального назначения* (лопатки, диски турбин и др.)



Рабочее колесо газовой турбины



Паровая турбина

Детали машин разделим на **типовые группы по характеру их использования:**

1. Передачи передают движение от источника к потребителю



Цепная передача

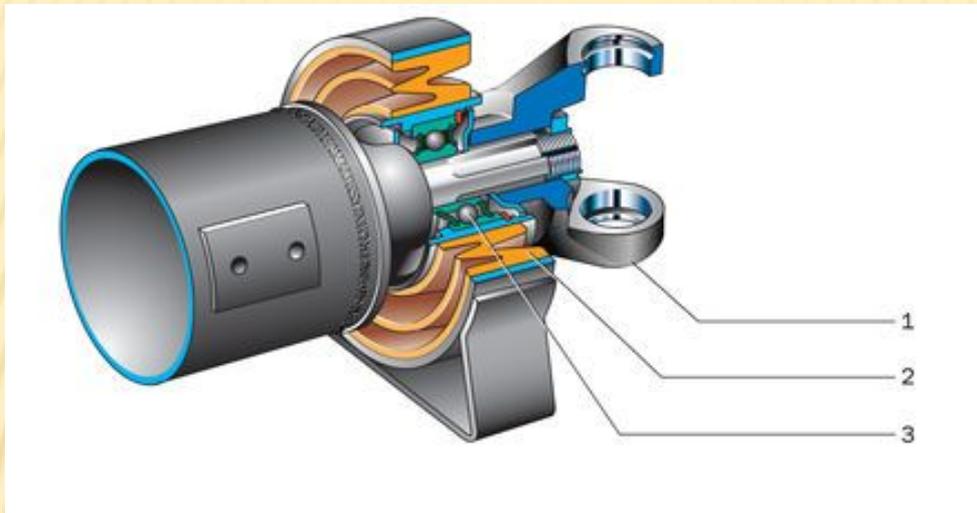
Детали машин разделим на **типовые группы по характеру их использования:**

2. Валы и оси несут на себе вращающиеся детали передач



Детали машин разделим на **типовые группы по характеру их использования:**

3. Опоры служат для установки валов и осей



Конструкция промежуточной опоры карданного вала:

1 - вилка;

2 - упругая подушка;

3 - подшипник промежуточной опоры

Детали машин разделим на **типовые группы по характеру их использования:**

4. Муфты соединяют между собой валы и передают вращающий момент



Шарнирная муфта



Втулочно-пальцевая муфта

Детали машин разделим на **типовые группы по характеру их использования:**

5. Соединительные детали (соединения) соединяют детали между собой



Болтовое соединение



Сварное соединение

Детали машин разделим на **типовые группы по характеру их использования:**

6. Упругие элементы смягчают вибрацию и удары, накапливают энергию, обеспечивают постоянное сжатие деталей



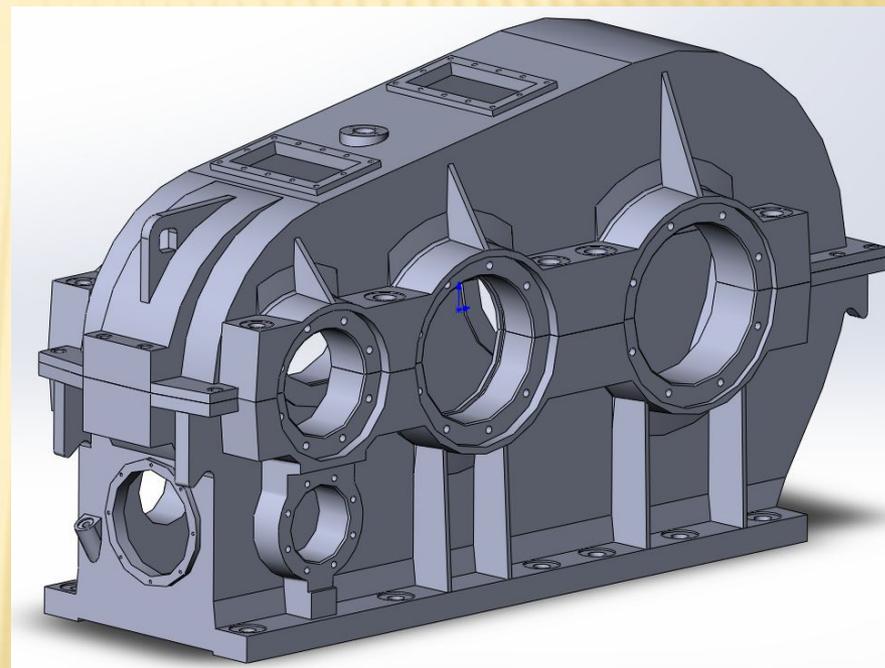
Упругая подвеска автомобиля

Детали машин разделим на **типовые группы по характеру их использования:**

7. Корпусные детали организуют внутри себя пространство для размещения всех остальных деталей, обеспечивают их защиту



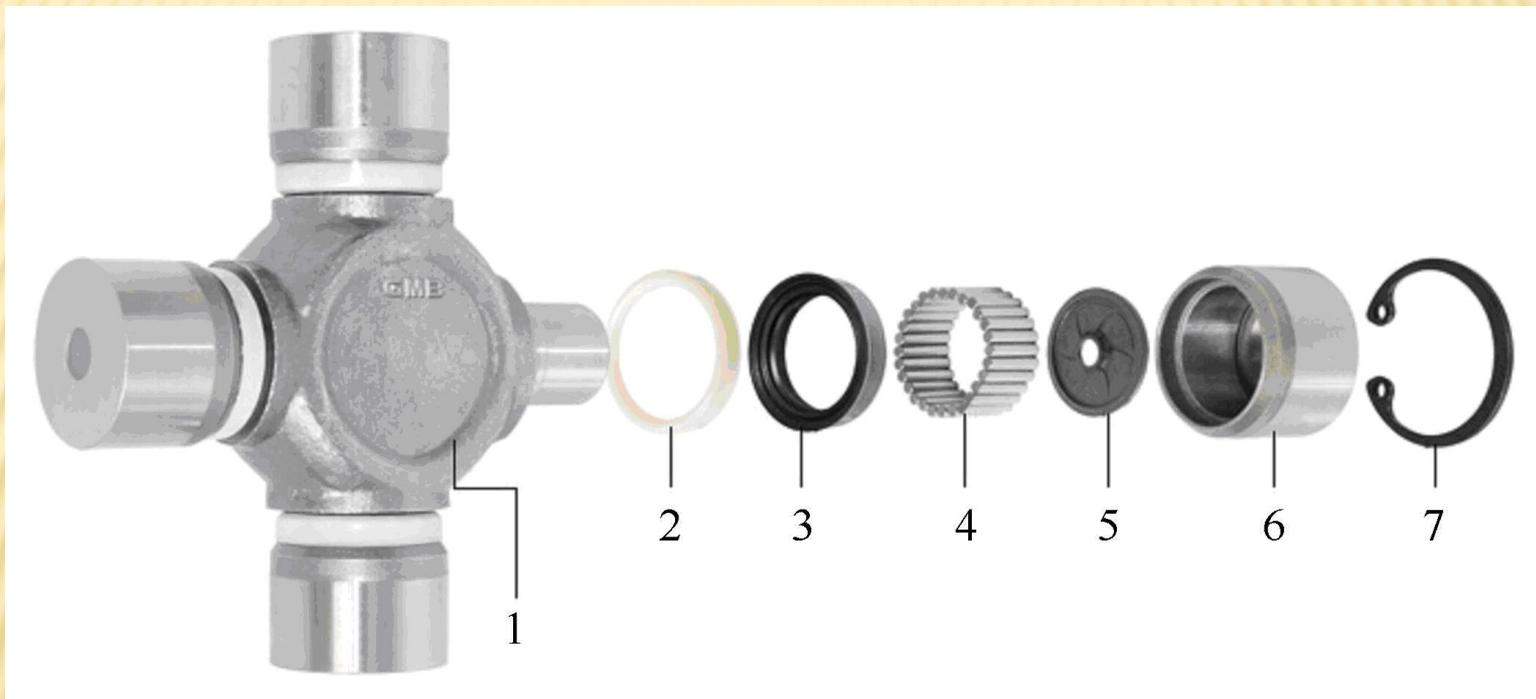
Модуль впуска



Корпус редуктора

Сборочная единица - изделие, составные части которого подлежат

к



Общий вид крестовины: 1 – крестовина; 2 – пыльник;
3 – манжетное уплотнение; 4 – игольчатый подшипник;
5 – упорный подшипник; 6 – корпус игольчатого подшипника (стакан);
7 – стопорное кольцо

Узел - законченная сборочная единица, состоящая из деталей общего функционального назначения.



Рулевое управление



Ходовая часть

Машина - механическое устройство, служащее для преобразования энергии, материалов или информации.

Энергетические

Преобразуют различные виды энергии (двигатели, компрессоры генераторы);

Рабочие

осуществляют изменение формы, свойств, состояния и положения предмета труда (технологические, транспортные транспортирующие);

Информационные

предназначены для сбора, переработки и использования информации (вычислительные, шифровальные и др.).

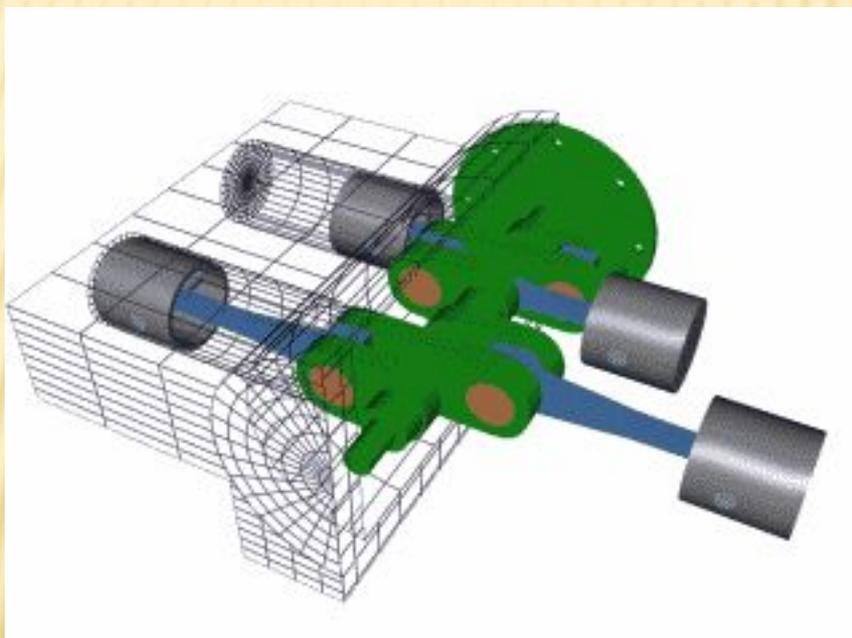
КЛАССИФИКАЦИЯ МАШИН

1. Энергетические машины



КЛАССИФИКАЦИЯ МАШИН

1. Энергетические машины



КЛАССИФИКАЦИЯ МАШИН

2. Рабочие машины



КЛАССИФИКАЦИЯ МАШИН

2. Рабочие машины



Классификация машин

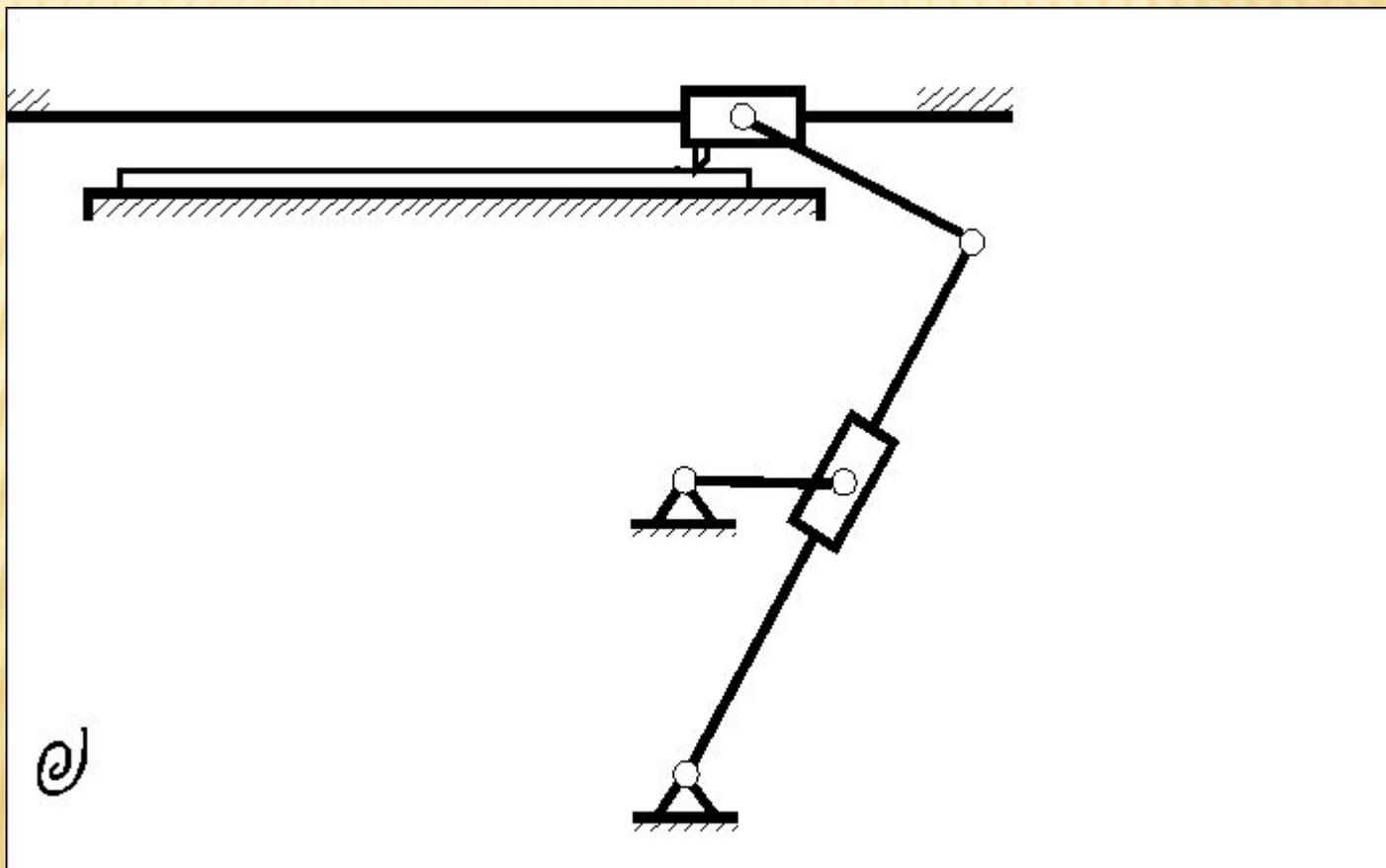
2. Рабочие машины



Механизм - система тел, предназначенная для преобразования движения одного или нескольких твердых тел в требуемые движения других тел.

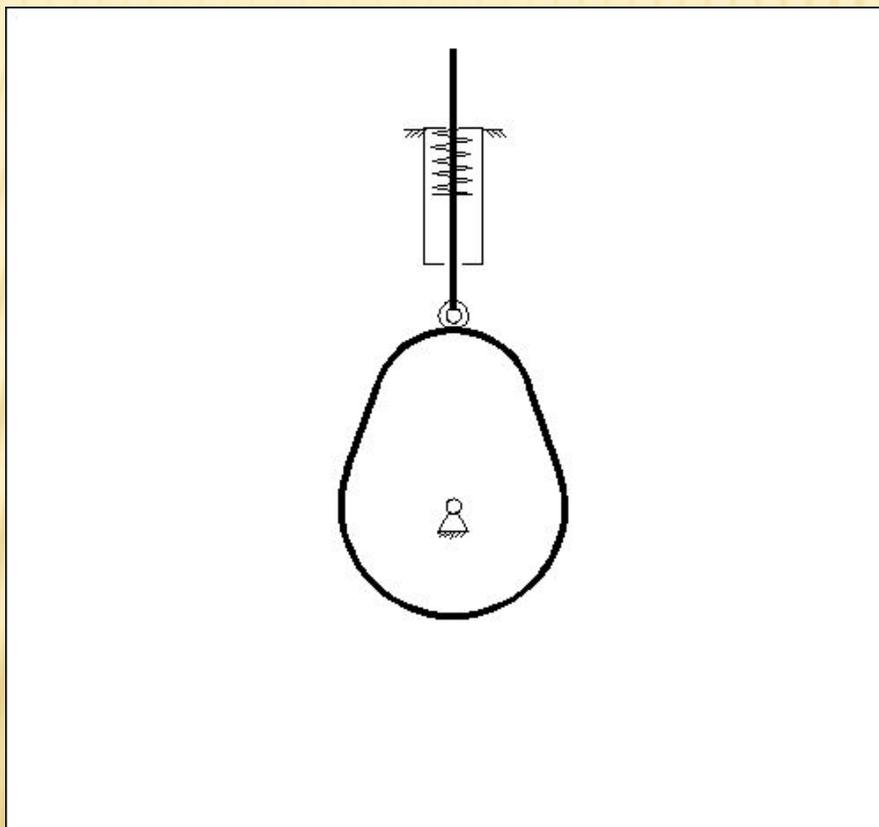
КЛАССИФИКАЦИЯ МЕХАНИЗМОВ (ПО КОНСТРУКТИВНЫМ ПРИЗНАКАМ)

1. Рычажные механизмы



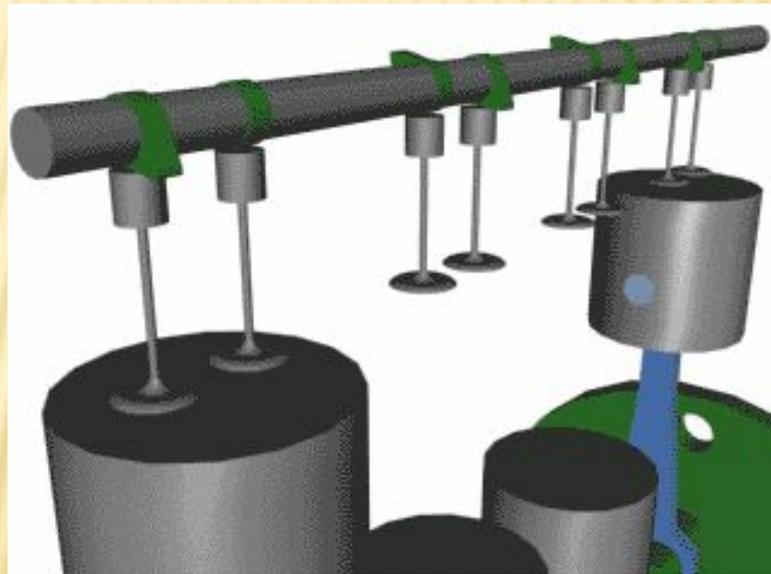
КЛАССИФИКАЦИЯ МЕХАНИЗМОВ (ПО КОНСТРУКТИВНЫМ ПРИЗНАКАМ)

2. Кулачковые механизмы



КЛАССИФИКАЦИЯ МЕХАНИЗМОВ (ПО КОНСТРУКТИВНЫМ ПРИЗНАКАМ)

2. Кулачковые механизмы



КЛАССИФИКАЦИЯ МЕХАНИЗМОВ (ПО КОНСТРУКТИВНЫМ ПРИЗНАКАМ)

3.Зубчатые механизмы



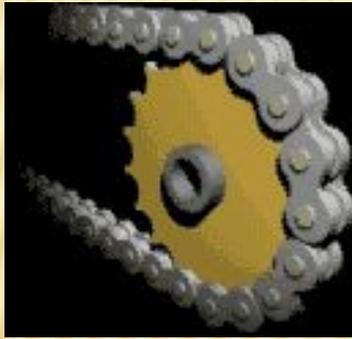
КЛАССИФИКАЦИЯ МЕХАНИЗМОВ (ПО КОНСТРУКТИВНЫМ ПРИЗНАКАМ)

5. Гидравлические и пневматические механизмы

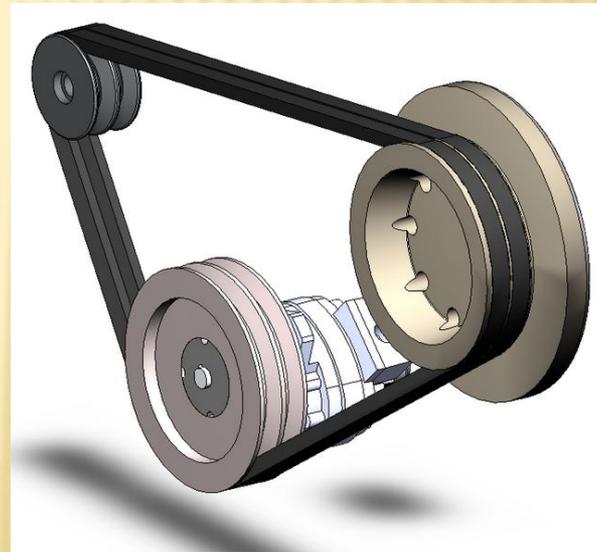


КЛАССИФИКАЦИЯ МЕХАНИЗМОВ (ПО КОНСТРУКТИВНЫМ ПРИЗНАКАМ)

6. Механизмы с гибкими звеньями



Цепная передача



Ременная передача

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОЕКТИРОВАНИИ МАШИН

Проектирование - процесс разработки комплексной технической документации, содержащей 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**.

Единая система конструкторской документации (ЕСКД).

Пять стадий проектирования.

техническое задание устанавливает основное назначение и технические характеристики, показатели качества и технико-экономические требования, предъявляемые к разрабатываемому изделию;

техническое предложение - совокупность конструкторских документов, содержащих технические и технико-экономические обоснования целесообразности разработки документации изделия.

эскизный проект - совокупность конструкторских документов, содержащих принципиальные конструктивные решения, дающие общие представления об устройстве и принципе работы изделия, а также данные, определяющие его основные параметры и габаритные размеры;

технический проект - совокупность конструкторских документов, содержащих окончательные технические решения, дающие полное представление об устройстве изделия и исходные данные для разработки рабочей конструкторской документации;

разработка технической документации включает чертежи узлов и деталей, спецификации, технологическая документация, технические условия на изготовление, сборку, испытание изделия и др.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ :

повышение мощности и быстроходности машин;

надежность и долговечность (длительная и безотказная работа);

автоматизация;

удобство и безопасность обслуживания;

экономичность при эксплуатации;

минимальная масса и наименьшая стоимость и изготовления машины.

ОСНОВНЫЕ КРИТЕРИИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ, НАДЕЖНОСТИ И РАСЧЕТА ДЕТАЛЕЙ МАШИН

требования предъявляемые к машинам

```
graph TD; A[требования предъявляемые к машинам] --> B[работоспособность,]; A --> C[надежность,]; A --> D[технологичность,]; A --> E[экономичность,]; A --> F[эстетичность.];
```

работоспособность;

надежность;

технологичность;

экономичность;

эстетичность.

РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ЭТО ТАКОЕ СОСТОЯНИЕ МАШИНЫ, ПРИ КОТОРОМ ОНА МОЖЕТ ВЫПОЛНЯТЬ ЗАДАННЫЕ ФУНКЦИИ В ПРЕДЕЛАХ ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ

критерии
работоспособности
машин :

прочность;

жесткость;

устойчивость;

износостойкость;

виброустойчивость;

теплостойкость.

Прочность - это способность детали сопротивляться разрушению.

При всей значимости всех описанных критериев, нетрудно заметить, что **прочность является важнейшим критерием надежности и работоспособности**

Невыполнение условия прочности автоматически делает бессмысленными все другие требования и критерии качества машин.

Общие принципы расчётов на прочность

Все этапы проектирования, каждый шаг конструктора сопровождается расчётами. Это естественно, т.к. грамотно выполненный расчёт намного проще и в сотни раз дешевле экспериментальных испытаний.

Чаще всего конструктор имеет дело с расчётами на прочность.

Различают **проектные** и **проверочные** расчёты.

Проектный расчёт выполняется, когда по ожидаемым нагрузкам, с учётом свойств материала определяются геометрические параметры деталей.

Проверочный расчёт выполняют, когда известна вся «геометрия» детали и максимальные нагрузки, а с учётом свойств материала определяются максимальные напряжения, которые должны быть меньше допускаемых.

Условие прочности при действии **нормальных и касательных** напряжений:

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

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

Допускаемые напряжения определяются в зависимости от механических характеристик материала и ответственности детали.

Для пластичных материалов:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{n} \quad [\tau] = \frac{\tau_T}{n}$$

где σ_T, τ_T - предел текучести материала;
 n - коэффициент запаса (обычно $1,2 < n < 2,5$).

Для хрупких и малопластичных материалов:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_B}{n} \quad [\tau] = \frac{\tau_B}{n}$$

где σ_B, τ_B - предел прочности материала

Номинальные значения напряжений σ, τ определяются по известным формулам сопротивления материалов в зависимости от вида деформации.

Жесткость -. способность деталей машин сопротивляться изменению их формы под действием прикладываемых нагрузок.

Нормы жесткости деталей устанавливают на основе практики эксплуатации.

Оценивается жесткость по допускаемым перемещениям и углам поворота

$$\delta \leq [\delta];$$

$$\phi \leq [\phi],$$

где $[\delta]$ и $[\phi]$ допускаемые значения перемещения и угла поворота сечения детали.

Устойчивость - свойство системы самопроизвольно восстанавливать первоначальное положение после снятия нагрузки.

Износостойкость – способность изделия противостоять процессу износа.

Износ – процесс постепенного уменьшения размеров деталей в результате трения.

Стадии износа

приработка

установившееся изнашивание

катастрофический износ.

Виды изнашивания:

механическое (усталостное, абразивное)

молекулярно-механическое

коррозионно-механическое

По характеру промежуточной среды различают

сухое трение

граничное трение

жидкостное трение

По характеру деформирования поверхностного слоя

при упругом контакте

при пластическом контакте

при микрорезании.

Виброустойчивость - способность конструкции работать в нужном диапазоне режимов без недопустимых колебаний.

Теплостойкость – это способность машины работать в условиях длительного воздействия высоких или низких температур.

Работа деталей машин в условиях экстремальных температур вызывает следующие вредные последствия: понижение прочности материала и появление ползучести при нагревании и увеличение хрупкости при охлаждении; понижение защищающей способности масляных пленок (уменьшение или увеличение вязкости масла); изменение зазоров в сопряженных деталях (заклинивание, задиры и т.д.); понижение точности работы машины.

Надежность – свойство изделия выполнять заданные функции, сохраняя свои эксплуатационные показатели в заданных пределах в течение требуемого промежутка времени

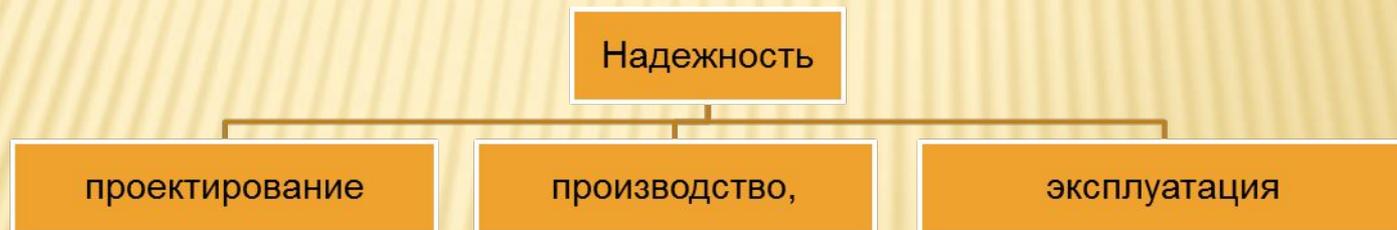


Безотказность - свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени или некоторой наработки. Наработка - продолжительность или объем работы объекта

Ремонтпригодность - свойство объекта, заключающееся в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения его отказов, повреждений и устранению их последствий путем проведения ремонтов и технического обслуживания.

Сохраняемость - свойство объекта непрерывно сохранять исправное и работоспособное состояние в течение и после срока хранения и (или) транспортирования.

Долговечность - свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов.



Вероятность безотказной работы (или коэффициент надежности) выражается произведением коэффициентов надежности составляющих элементов:

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

Из формулы видно, что:

- надежность сложной системы всегда меньше надежности самого ненадежного элемента, поэтому важно не допускать в систему ни одного слабого элемента;
- чем больше элементов имеет система, тем меньше ее надежность.

Основные пути повышения надежности:

- проектирование по возможности простых изделий с меньшим числом деталей;
- рационально использовать высокопрочные материалы и упрочняющую технологию;
- хорошая система смазки;
- применение предохранительных устройств;
- использование стандартных узлов и деталей;
- параллельное соединение элементов и так называемое резервирование;
- ремонтнопригодность (доступность к узлам и деталям для осмотра и замены. Сменные детали должны быть взаимозаменяемыми с

Технологичность - соответствие изделия требованиям производства и эксплуатации. Технологичными называют детали и узлы, требующие минимальных затрат средств, времени и труда в производстве, эксплуатации и ремонте.

Технологичность деталей обеспечивается:

- очерчиванием их простейшими поверхностями (цилиндрическими, коническими и др.), удобными для обработки механическими и физическими методами;
- применением материалов, пригодных для безотходной обработки (давлением, литьем, прессованием, сваркой, лазерной и т. п.) и ресурсосберегающей технологии;
- системой допусков и посадок и другими средствами и методами.

Показателями технологичности

- трудоемкость изготовления (измеряемое в норма-часах количество труда, необходимое для изготовления изделия без учета покупных деталей);
- технологическая себестоимость (сумма затрат на осуществление технологических процессов изготовления без учета покупных деталей);
- коэффициент стандартизации деталей.

Экономичность. При оценке экономичности учитывают затраты на проектирование, изготовление, эксплуатацию и ремонт. Экономичность деталей и узлов достигается оптимизацией их формы и размеров из условия минимума материалоемкости, энергоемкости и трудоемкости производства, за счет максимального коэффициента полезного действия в эксплуатации при высокой надежности; высокой специализацией производства и т. д.

Эстетичность. Совершенство и красота внешних форм деталей, узлов и машины в целом существенно влияют на отношение к ней со стороны обслуживающего персонала.

Красивый внешний вид деталям, узлам и машине придает форма и внешняя отделка конструкции (декоративная полировка, окраска, нанесение гальванических покрытий и окисных пленок и т. д.).

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
-------------	------------------	------------------	----	------------

Отливки из углеродистой стали

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	

Сталь легированная конструкционная

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

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Цель и задачи курса «Детали машин и основы конструирования»?
2. Какова разница между механизмом и машиной?
3. Назовите детали (сборочные единицы) общего и специального назначения.
4. Какими преимуществами обладают стандартизованные детали (сборочные единицы) при конструировании и выполнении ремонтных работ?
5. Назовите материалы, получившие наибольшее применение в машиностроении, и укажите общие предпосылки выбора материала для изготовления детали.
6. Укажите основные факторы, влияющие на значение допускаемого напряжения и коэффициента запаса прочности.
7. Укажите основные критерии работоспособности деталей машин.
8. Дайте определения прочности и жесткости.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- - Деталь представляет собой следующее техническое устройство:
- 1) подшипник
- 2) муфта
- 3) редуктор
- 4) болт
- 5) турбина
-
- - Главным для большинства деталей является следующий критерий работоспособности
- 1) жесткость
- 2) прочность
- 3) износостойкость
- 4) теплостойкость
- 5) виброустойчивость
-

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- — К деталям общего назначения не относится...
- 1) вал
- 2) болт
- 3) шкив
- 4) поршень
-
- - Установите последовательность стадий проектирования машин
- 1) эскизный проект
- 2) техническое предложение
- 3) корректировка документации
- 4) технический проект
- 5) разработка рабочей документации
-
- - К основным критериям работоспособности и расчета деталей и узлов относятся...
- 1) прочность, жесткость, износостойкость, виброустойчивость
- 2) производительность, надежность, долговечность
- 3) удобство сборки, разборки и замены
- 4) технологичность, эстетичность
-

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- - При выполнении проектного расчета определяют...
- 1) размеры детали и выбирают ее материал
- 2) напряжения в опасных сечениях
- 3) коэффициенты запаса прочности
-
- - Проверочный расчет на прочность заключается в определении...
- 1) напряжений или коэффициентов запаса прочности
- 2) размеров детали в опасных сечениях
- 3) материала детали
- 4) внешнего вида и цвета детали
-
- - Расчет деталей, узлов и механизмов начинается с...
- 1) проектного расчета
- 2) конструирования
- 3) проверочного расчета