

Лекция 1.

Введение.

Основные понятия и определения.

Краткое содержание: Введение. Цель и задачи курса ТММ. Краткая историческая справка. Место курса в системе подготовки инженера. Машинный агрегат и его составные части. Классификация машин и механизмов.

Введение.

Курс "Теория механизмов и машин" является одной из общетехнических дисциплин на специальности, по которой Вы проходите подготовку, курс ТММ изучается в течение одного семестра на который отводится 156 часов и состоит из:

Курс лекций объемом 34 часов, практических занятий - 18 часов, лабораторного практикума - 16 часов. Курсовой проект с объемом 3 листа графической части и пояснительная записка на 30-40 рукописных (машинописных) страниц. Содержание разделов курсового проекта: раздел 1 - кинематический анализ рычажного механизма, раздел 2 - расчет зубчатого механизма передач, раздел 2- динамический анализ машинного агрегата, раздел 4 - силовой анализ основного рычажного механизма. Курсовой проект защищается комиссией из двух преподавателей, по нему проставляется дифференцированный зачет.

Рекомендуемая основная литература

1. Артоболевский, И.И. Теория механизмов и машин / И.И. Артоболевский. - 4-е изд. - М.: Наука, 1988.-639 с.
2. Артоболевский, И.И. Сборник задач по теории механизмов и машин./ И.И. Артоболевский, В.Н. Эдельштейн. - М.: Наука, 1975.-256 с.
3. Левитский, Н.И. Теория механизмов и машин/ Н.И. Левитский. - 2-е изд. М.: Наука, 1990.-590 с.
4. Филонов, И.П. Теория механизмов, машин и манипуляторов./ И.П. Филонов, П.П. Анципорович, В.К. Акулич- Мн.: Дизайн ПРО, 1998.-655 с.
5. Попов, С.А. Курсовое проектирование по теории механизмов и механике машин / С.А. Попов, Г.А. Тимофеев; под. ред. К.Ф. Фролова.- М.: Высшая школа, 2002.-411 с.

Дополнительная

6. Озол, О. Г. Теория механизмов и машин / О.Г. Озол; под. ред. С.Н. Кожевникова- М.: Наука, 1984.-432 с.

7. Курсовое проектирование по теории механизмов и машин / под ред.

Цель и задачи курса.

Теория механизмов и машин - научная дисциплина, которая изучает строение (структуру), кинематику и динамику механизмов в связи с их анализом и синтезом. (И.И.Артоболевский)

Цель ТММ - анализ и синтез типовых механизмов и их систем.

Задачи ТММ: разработка общих методов исследования структуры, геометрии, кинематики и динамики типовых механизмов и их систем.

Типовыми механизмами будем называть простые механизмы, имеющие при различном функциональном назначении широкое применение в машинах, для которых разработаны типовые методы и алгоритмы синтеза и анализа.

Рассмотрим в качестве примера кривошипно-ползунный механизм. Этот механизм широко применяется в различных машинах: двигателях внутреннего сгорания, поршневых компрессорах и насосах, станках, ковочных машинах и прессах. В каждом варианте функционального назначения при проектировании необходимо учитывать специфические требования к механизму. Однако математические зависимости, описывающие структуру, геометрию, кинематику и динамику механизма при всех различных применениях будут практически одинаковыми. Главное или основное отличие ТММ от учебных дисциплин изучающих методы проектирования специальных машин в том, что ТММ основное внимание уделяет изучению методов синтеза и анализа, общих для данного вида механизма, независимых от его конкретного функционального назначения. Специальные дисциплины изучают проектирование только механизмов данного конкретного назначения, уделяя основное внимание специфическим требованиям. При этом широко используются и общие методы синтеза и анализ, которые изучаются в курсе ТММ.

Краткая историческая справка

Как самостоятельная научная дисциплина ТММ, подобно другим прикладным разделам науки, возникла в результате промышленной революции начало которой относится к 30-м годам XVIII века. Однако машины существовали за долго до этой даты. Поэтому в истории развития ТММ можно условно выделить четыре периода:

1-й период до начала XIX века - период эмпирического машиностроения в течение которого изобретается большое количество простых машин и механизмов: подъемники, мельницы, камнедробилки, ткацкие и токарные станки, паровые машины (Леонардо да Винчи, Вейст, Ползунов, Уатт). Одновременно закладываются и основы теории: теорема о изменении

кинетической энергии и механической работы, "золотое правило механики", законы трения, понятие о передаточном отношении, основы геометрической теории циклоидального и эвольвентного зацепления (Карно, Кулон, Амонтон, Кадано Дж., Ремер, Эйлер).

2-й период от начала до середины XIX века - период начала развития ТММ. В это время разрабатываются такие разделы как кинематическая геометрия механизмов (Савари, Шаль, Оливье), кинетостатика (Кариолис), расчет маховика (Понселе), классификация механизмов по функции преобразования движения (Монж, Лану) и другие разделы. Пишутся первые научные монографии по механике машин (Виллис, Бориньи), читаются первые курсы лекций по ТММ и издаются первые учебники (Бетанкур, Чижов, Вейсбах).

3-й период от второй половины XIX века до начала XX века - период фундаментального развития ТММ. За этот период разработаны: основы структурной теории (Чебышев, Грюблер, Сомов, Малышев), основы теории регулирования машин (Вышнеградский), основы теории гидродинамической смазки (Грюблер), основы аналитической теории зацепления (Оливье, Гохман), основы графоаналитической динамики (Виттенбауэр, Мерцалов), структурная классификация и структурный анализ (Ассур), метод планов скоростей и ускорений (Мор, Манке), правило проворачиваемости механизма (Грасгоф) и многие другие разделы ТММ.

4-й период от начала XX века до настоящего времени - период интенсивного развития всех направлений ТММ как в России, так и за рубежом. Среди русских ученых необходимо отметить обобщающие работы Артоболовского И.И., Левитского Н.И., Фролова К.В.; в области структуры механизмов - работы Малышева, Решетова Л.Н., Озола О.Г.; по кинематике механизмов - работы Колчина Н.И., Смирнова Л.П., Зиновьева В.А.; по геометрии зубчатых передач - работы Литвина Ф.Л., Кетова Х.Ф., Гавриленко В.А., Новикова М.Л.; по динамике машин и механизмов - Горячкин В.П., Кожевников С.Н., Коловский М.З. и др. Данное перечисление не охватывает и малой доли работ выдающихся ученых, внесших существенный вклад в развитие ТММ в этот период. Из зарубежных ученых необходимо отметить работы Альта Х., Бегельзака Г., Бейера Р., Крауса Р., Кросли Ф. и многих других.

Основные разделы курса ТММ

- структура механизмов и машин;
- геометрия механизмов и их элементов;
- кинематика механизмов;
- динамика машин и механизмов.

Связь курса ТММ с общеобразовательными, инженерными и специальными дисциплинами.

«Теория механизмов и машин» базируется на знаниях, полученных при изучении следующих учебных дисциплин: «Математика», «Физика», «Теоретическая механика», «Механика материалов», «Информатика». Знания и

навыки, приобретаемые студентами при изучении дисциплины «Теория машин и механизмов», необходимы для успешного освоения специальных дисциплин-«Сельскохозяйственные машины», «Тракторы и автомобили», «Технологии и техническое обеспечение производства сельскохозяйственной продукции», «Технологии и техническое обеспечение производства и переработки сельскохозяйственной продукции», «Технология производства и ремонта сельскохозяйственной техники», «Машины и оборудование в животноводстве».

Понятие о инженерном проектировании.

Инженерное проектирование - это процесс, в котором научная и техническая информация используется для создания новой системы, устройства или машины, приносящих обществу определенную пользу [7].

Проектирование (по ГОСТ 22487-77) - это процесс составления описания, необходимого для создания еще несуществующего объекта (алгоритма его функционирования или алгоритма процесса), путем преобразования первичного описания, оптимизации заданных характеристик объекта (или алгоритма его функционирования), устранения некорректности первичного описания и последовательного представления (при необходимости) описаний на различных языках.

Проект (от латинского *projectus* - брошенный вперед) - совокупность документов и описаний на различных языках (графическом - чертежи, схемы, диаграммы и графики; математическом - формулы и расчеты; инженерных терминов и понятий - тексты описаний, пояснительные записки), необходимая для создания какого-либо сооружения или изделия.

Методы проектирования.

- Прямые аналитические методы синтеза (разработаны для ряда простых типовых механизмов);
- Эвристические методы проектирования - решение задач проектирования на уровне изобретений (например, алгоритм решения изобретательских задач [8]);
- Синтез методами анализа - перебор возможных решений по определенной стратегии (на пример, с помощью генератора случайных чисел - метод Монте-Карло) с проведением сравнительного анализа по совокупности качественных и эксплуатационных показателей (часто используются методы оптимизации - минимизация сформулированной разработчиком целевой функции, определяющей совокупность качественных характеристик изделия);
- Системы автоматизированного проектирования или САПР - компьютерная программная среда моделирует объект проектирования и определяет его качественные показатели, после принятия решения - выбора проектировщиком параметров объекта, система в автоматизированном режиме выдает проектную документацию.

- Другие методы проектирования [9, 10, 11].

Машины и их классификация.

Машина - техническое устройство, выполняющее преобразование энергии, материалов и информации с целью облегчения физического и умственного труда человека, повышения его качества и производительности.

Существуют следующие виды машин:

1. Энергетические машины - преобразующие энергию одного вида в энергию другого вида. Эти машины бывают двух разновидностей:

Двигатели (рис.1.2), которые преобразуют любой вид энергии в механическую (например, электродвигатели преобразуют электрическую энергию, двигатели внутреннего сгорания преобразуют энергию расширения газов при сгорании в цилиндре).

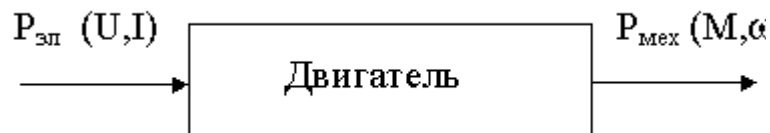


Рис.1.2

Генераторы (рис.1.3), которые преобразуют механическую энергию в энергию другого вида (например, электрогенератор преобразует механическую энергию паровой или гидравлической турбины в электрическую).

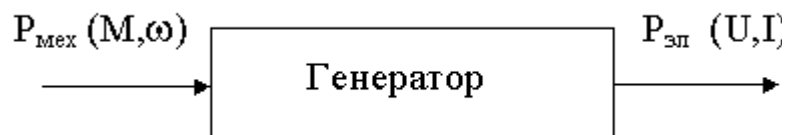


Рис.1.3

2. Рабочие машины - машины использующие механическую энергию для совершения работы по перемещению и преобразованию материалов. Эти машины тоже имеют две разновидности:

Транспортные машины (рис.1.4), которые используют механическую энергию для изменения положения объекта (его координат).



Рис.1.4

Технологические машины (рис.1.5), использующие механическую энергию для преобразования формы, свойств, размеров и состояния объекта.



Рис.1.5

3. Информационные машины - машины, предназначенные для обработки и преобразования информации. Они подразделяются на:

Математические машины (рис.1.6), преобразующие входную информацию в математическую модель исследуемого объекта.



Рис.1.6

Контрольно-управляющие машины (рис.1.7), преобразующие входную информацию (программу) в сигналы управления рабочей или энергетической машиной.

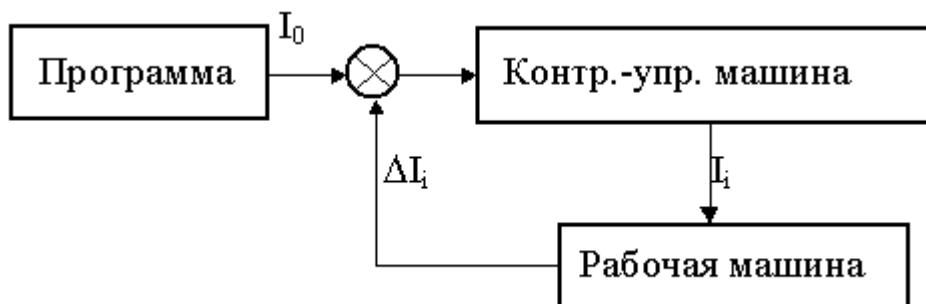


Рис.1.7

4. Кибернетические машины (рис.1.8) - машины управляющие рабочими или энергетическими машинами, которые способны изменять программу своих действий в зависимости от состояния окружающей среды (т.е. машины обладающие элементами искусственного интеллекта).

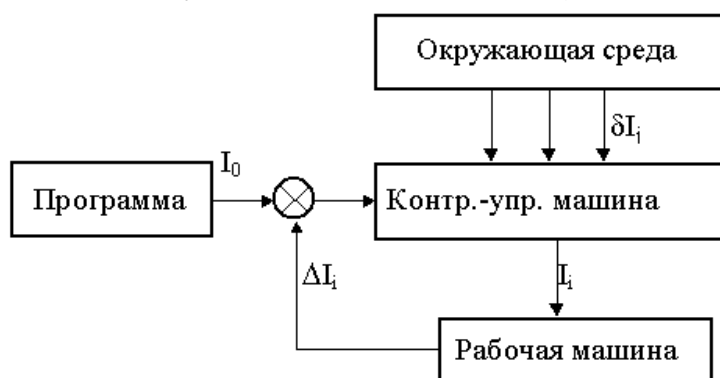


Рис.1.8

Понятие о машинном агрегате.

Машинным агрегатом называется техническая система, состоящая из одной или нескольких соединенных последовательно или параллельно машин и предназначенная для выполнения каких-либо требуемых функций. Обычно в состав машинного агрегата входят : двигатель, передаточный механизм и рабочая или энергетическая машина. В настоящее время в состав машинного агрегата часто включается контрольно-управляющая или кибернетическая машина. Передаточный механизм в машинном агрегате необходим для согласования механических характеристик двигателя с механическими характеристиками рабочей или энергетической машины.

Схема машинного агрегата.



Рис.1.9

Механизм и его элементы.

Механизмом называется система твердых тел, предназначенная для передачи и преобразования заданного движения одного или нескольких тел в требуемые движения других твердых тел [4, 12].

В этих определениях использованы ранее не определенные понятия: Звено - твердое тело или система жестко связанных тел, входящих в состав механизма. Кинематическая цепь - система звеньев, образующих между собой кинематические пары. Кинематическая пара - подвижное соединение двух звеньев, допускающее их определенное относительное движение. Стойка - звено, которое при исследовании механизма принимается за неподвижное. Число степеней свободы или подвижность механизма - число независимых обобщенных координат однозначно определяющее положение всех его звеньев на плоскости или в пространстве.

Входные звенья - звенья, которым сообщается заданное движение и соответствующие силовые факторы (силы или моменты); *выходные звенья* - те, на которых получают требуемое движение и силы.

Начальное звено - звено, координата которого принята за обобщенную. Начальная кинематическая пара - пара, относительное положение звеньев в которой принято за обобщенную координату.

Классификация механизмов.

Механизмы классифицируются по следующим признакам:

1. По области применения и функциональному назначению:
 - механизмы летательных аппаратов;

- механизмы станков;
 - механизмы кузнечных машин и прессов;
 - механизмы двигателей внутреннего сгорания;
 - механизмы промышленных роботов (манипуляторы);
 - механизмы компрессоров;
 - механизмы насосов и т.д.
2. по виду передаточной функции на механизмы:
- с постоянной передаточной функцией;
 - с переменной передаточной функцией:
 - с нерегулируемой (синусные, тангенсные);
 - с регулируемой:
 - со ступенчатым регулированием (коробки передач);
 - с бесступенчатым регулированием (вариаторы).
3. по виду преобразования движения на механизмы преобразующие :
- вращательное во вращательное:
 - редукторы $\square_{\text{ВХ}} > \square \square_{\text{ВЫХ}}$;
 - мультипликаторы $\square_{\text{ВХ}} < \square \square_{\text{ВЫХ}}$;
 - муфты $\square_{\text{ВХ}} = \square \square_{\text{ВЫХ}}$;
 - вращательное в поступательное;
 - поступательное во вращательное;
 - поступательное в поступательное.
4. по движению и расположению звеньев в пространстве:
- пространственные;
 - плоские;
 - сферические.

В процессе работы кривошипно-ползунного механизма насоса его структурная схема все время остается неизменной. В механизмах манипуляторов в процессе работы структурная схема механизма может изменяться. Так если промышленный робот выполняет сборочные операции, например, вставляет цилиндрическую деталь в отверстие, то при транспортировке детали его манипулятор является механизмом с открытой или разомкнутой кинематической цепью. В тот момент когда деталь вставлена в отверстие, кинематическая цепь замыкается, структура механизма изменяется, подвижность уменьшается на число связей во вновь образованной кинематической паре деталь-стойка.

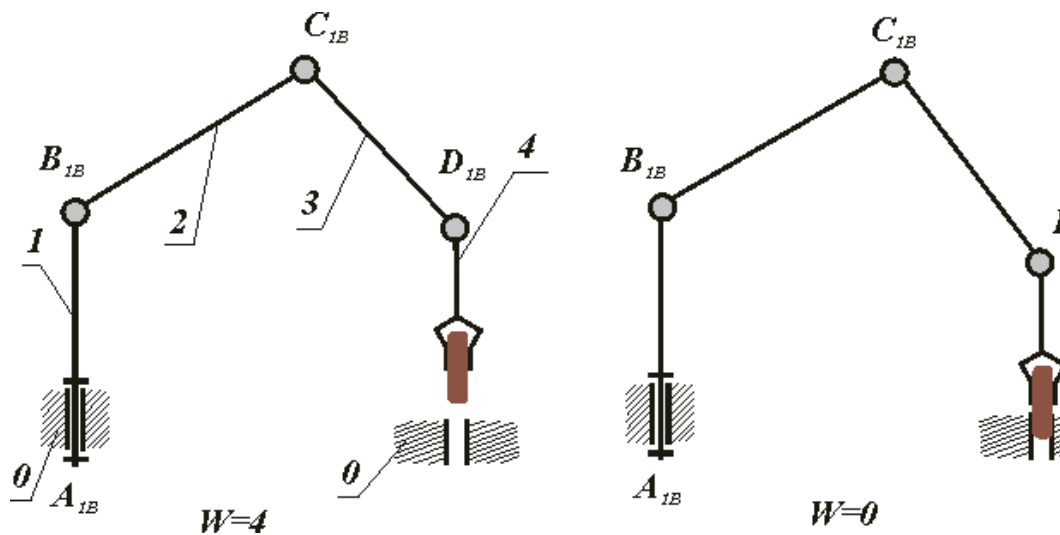


Рис.1.11

Структура манипулятора изменяется и тогда, когда в одной или нескольких кинематических парах включается тормоз. Тогда подвижное соединение двух звеньев заменяется неподвижным, два звена преобразуются в одно. На рис. 1.13 тормоз включен в паре С.

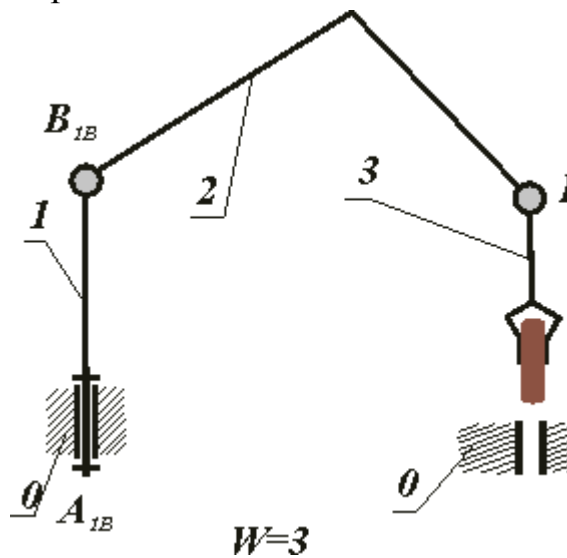


Рис.1.12

- б. по числу подвижностей механизма:
- с одной подвижностью $W=1$;
 - с несколькими подвижностями $W>1$:
 - суммирующие (интегральные);
 - разделяющие (дифференциальные).

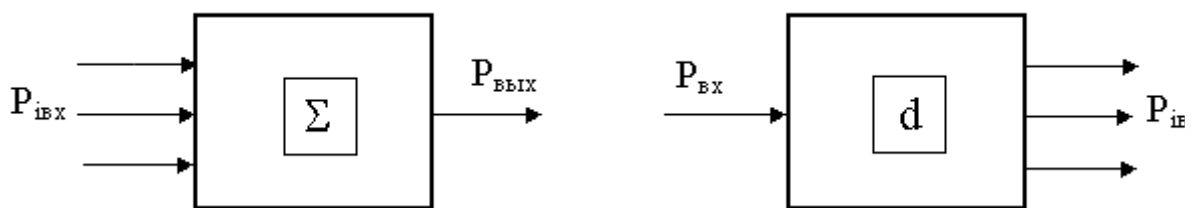


Рис.1.13

7. по виду кинематических пар (КП):
 - с низшими КП (все КП механизма низшие);
 - с высшими КП (хотя бы одна КП высшая);
 - шарнирные (все КП механизма вращательные - шарниры).
8. по способу передачи и преобразования потока энергии:
 - фрикционные (сцепления);
 - зацеплением;
 - волновые (создание волновой деформации);
 - импульсные.
9. по форме, конструктивному исполнению и движению звеньев:
 - рычажные (рис.1.14);
 - зубчатые (рис.1.15);
 - кулачковые (рис. 1.16);
 - планетарные (рис. 1.17);
 - манипуляторы (рис.1.11-1.12).

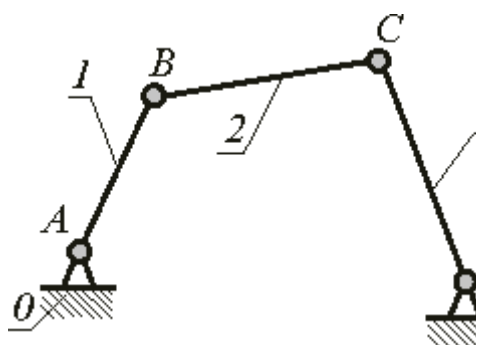


Рис.1.14

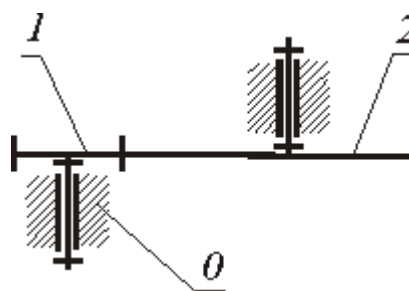


Рис.1.15

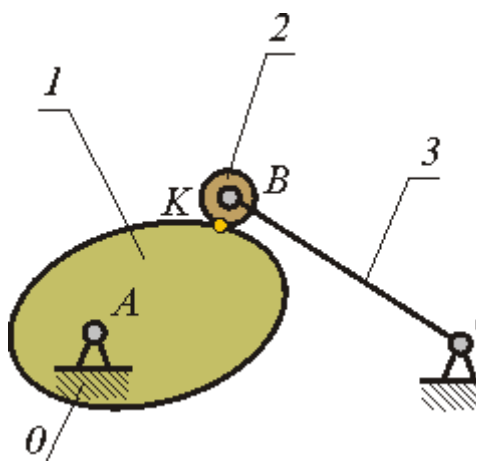


Рис.1.16

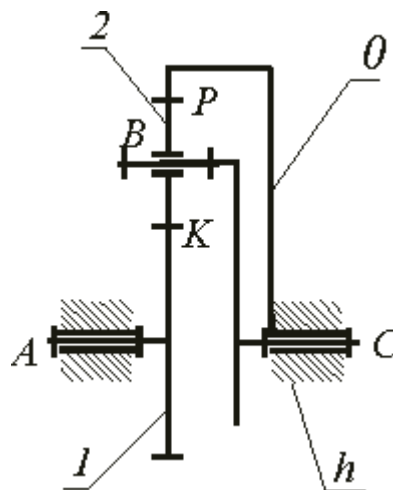


Рис.1.17