

Министерство образования и науки Российской Федерации
Ивановский государственный химико-технологический университет

Теория механизмов и машин

Методические указания

Составители: В.П. Зарубин
В.В. Бойцова

Иваново 2011

Составители: В.П. Зарубин, В.В. Бойцова

УДК 621.8.

Теория механизмов и машин: метод. указания / сост.: В.П. Зарубин, В.В. Бойцова; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. - Иваново, 2011. – 62 с.

В методических указаниях составлены и приведены задания на курсовую работу, требования к оформлению расчетной и графической части работы, дан пример выполнения курсовой работы.

Для студентов направления подготовки 151000 Технологические машины и оборудование.

Рецензенты: кафедра теории механизмов и машин и подъемно-транспортных механизмов Ивановской государственной текстильной академии; кандидат технических наук В.В. Киселев (Ивановский институт государственной противопожарной службы Министерства чрезвычайных ситуаций России).

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов механических специальностей по курсу «Теория механизмов и машин» (ТММ) заключается в изучении, анализе, приобретении навыков графоаналитических методов по следующим разделам:

- 1) структурный анализ шарнирно-рычажных механизмов;
- 2) кинематический анализ плоских механизмов с низшими парами;
- 3) силовой анализ рычажных механизмов.

Для освоения этих разделов ТММ студенты выполняют курсовую работу, целью которой является:

- ознакомить студентов с основными методами анализа шарнирно-рычажных механизмов;
- научить студентов самостоятельной работе при решении инженерно-практических целенаправленных задач путем системной, углубленной проработки основных разделов теоретического курса ТММ;
- выработать у студентов необходимые расчетные и графические навыки проектирования механизмов и машин.

При решении задач, предусмотренных заданием, рекомендуется использовать графические методы на базе расчетных кинематических и силовых параметров. Этот метод позволяет наглядно продемонстрировать закономерности и взаимосвязь реально действующих сил в звеньях и шарнирах механизма в зависимости от заданного закона движения и сил сопротивления.

Данная работа важна с точки зрения понимания и ответа на вопрос: откуда возникают силы, куда направлены и чему равны по величине. Это является ключевым моментом при изучении курсов «Сопротивление материалов» и «Деталей машин», где студентами рассматриваются вопросы деформации от действующих сил в звеньях и соединениях и производятся расчеты на прочность и жесткость деталей.

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Прежде чем перейти к выполнению курсовой работы, приведем некоторые понятия и определения, встречающиеся в курсе теории механизмов и машин.

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

Подвижное звено механизма – твердое тело, входящее в состав механизма.

Стойка – звено, принимаемое за неподвижное.

Ведущее (входное) звено – звено, соединенное с источником энергии, которому сообщается движение, преобразуемое механизмом в требуемые движения других звеньев.

Ведомое (выходное) звено – звено, совершающее движение, для выполнения которого предназначен механизм.

Начальное звено – звено, которому приписывается одна или несколько обобщенных координат механизма.

Обобщенная координата механизма – каждая из независимых между собой координат, определяющих положение всех звеньев механизма относительно стойки.

Кинематическая пара – соединение двух соприкасающихся звеньев, допускающих их относительное движение.

Элемент кинематической пары – совокупность поверхностей, линий и отдельных точек звена, по которым оно может соприкасаться с другим звеном, образуя кинематическую пару.

Кинематическая цепь – система звеньев, связанных между собой кинематическими парами.

Замкнутая кинематическая цепь – кинематическая цепь, звенья которой образуют один или несколько замкнутых контуров.

Незамкнутая кинематическая цепь – кинематическая цепь, звенья которой не образуют замкнутых контуров.

Структурная схема механизма – схема механизма, указывающая стойку, подвижные звенья, виды кинематических пар и их взаимное расположение.

Класс кинематической пары – число связей, наложенных на относительное движение звеньев.

Поступательная пара – одноподвижная пара, допускающая прямолинейно-поступательное движение одного звена относительно другого.

Вращательная пара – одноподвижная пара, допускающая вращательное движение одного звена относительно другого.

Низшая пара – кинематическая пара, в которой требуемое относительное движение звеньев может быть получено постоянным соприкосновением ее элементов по поверхности.

Высшая пара – кинематическая пара, в которой требуемое относительное движение звеньев может быть получено только соприкосновением ее элементов по линиям и в точках.

Плоский механизм – механизм, подвижные звенья которого совершают плоское движение, параллельное одной и той же неподвижной плоскости.

Рычажный механизм – механизм, звенья которого образуют только вращательные, поступательные, цилиндрические и сферические пары.

Шарнирный механизм – механизм, звенья которого образуют только вращательные пары.

Кривошип - вращающееся звено рычажного механизма, которое может совершать полный оборот вокруг неподвижной оси.

Коромысло – вращающееся звено рычажного механизма, которое может совершать только неполный оборот вокруг неподвижной оси.

Шатун – звено рычажного механизма, образующее кинематические пары только с подвижными звеньями.

Ползун – звено рычажного механизма, образующее поступательную пару со стойкой.

Кулиса – звено рычажного механизма, вращающееся вокруг неподвижной оси и образующее с другим подвижным звеном поступательную пару.

Кинематический анализ механизма – определение движения звеньев механизма по заданному движению начальных звеньев.

Кинематическая схема механизма – структурная схема механизма с указанием размеров звеньев, необходимых для кинематического анализа механизма.

Крайнее положение звена – положение звена, из которого оно может двигаться только в одном направлении.

Крайнее положение механизма – положение механизма, при котором хотя бы одно звено занимает крайнее положение.

Масштабный коэффициент – отношение численного значения физической величины в свойственных ей единицах к длине отрезка в миллиметрах, изображающего эту величину (на схеме, графике и т.д.).

2. ЗАДАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

2.1. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Лист 1. Кинематический анализ рычажного механизма.

1. Выполнить структурный анализ механизма (в расчетно-пояснительной записке).

2. Построить механизм в 12 положениях по 12 равноотстоящим положениям кривошипа. В качестве нулевого принять одно из крайних положений механизма. Если второе крайнее положение не попадает в число двенадцать, его следует построить дополнительно (обозначить звездочкой). Положения механизма пронумеровать в направлении вращения кривошипа. Одно положение механизма вычертить контурными линиями, а остальные – тонкими. Звенья пронумеровать, а точки (центры шарниров, центры масс звеньев и др.) обозначить прописными буквами латинского алфавита в одном положении механизма, а в остальных положениях эти точки можно пронумеровать только цифрами, обозначающими порядковый номер положения механизма.

3. Построить три плана скоростей и три плана ускорений – для нулевого положения механизма, для одного из положений рабочего хода и одного положения холостого хода. Планы вычертить тонкими линиями, на них указать все характерные точки механизма строчными буквами латинского алфавита. На основании построенных планов скоростей и ускорений определить скорости и ускорения характерных точек и угловые скорости и угловые ускорения всех звеньев. Результаты расчетов оформить в виде таблиц.

4. Построить кинематические диаграммы перемещений рабочего звена в зависимости от времени или угла поворота кривошипа, а диаграммы скоростей и ускорений – методом графического дифференцирования диаграмм соответственно перемещений и скоростей. Провести сравнительную оценку

скоростей и ускорений, полученных графическим дифференцированием и методом планов скоростей и ускорений.

Лист 2. Кинетостатический (силовой) расчет рычажного механизма.

1. Построить механизм в рабочем положении и для него планы скоростей и ускорений.

2. Определить силы инерции и моменты сил инерции звеньев для рассматриваемого положения механизма.

3. Определить силы тяжести звеньев. Если эти силы значительно меньше сил инерции, то в расчетах ими пренебречь.

4. Вычертить заданную диаграмму сил полезных сопротивлений, произвести разметку в соответствии с ходом рабочего звена (применить способ Фалеса) и определить движущие силы или силы полезных сопротивлений, действующие на рабочее звено во всех положениях механизма.

5. Для расчетного положения определить полные реакции во всех кинематических парах методом планов сил, а также уравнивающую силу, приложенную к кривошипу перпендикулярно его оси. При этом необходимо вычертить отдельно структурные группы и механизм первого класса, показать все силы и моменты, действующие на звенья механизма, и построить планы сил отдельно для каждой структурной группы.

6. Для того же положения механизма определить уравнивающую силу методом Жуковского. Сравнить значения уравнивающей силы, найденной двумя методами.

2.2. ТЕМЫ КУРСОВОЙ РАБОТЫ С ИСХОДНЫМИ ДАННЫМИ

Тема 1. Механизм вытяжного пресса (рис. 1, табл. 1). Вытяжной пресс – машина для обработки давлением, рабочие части которой оказывают неударное (статическое) воздействие на материал. Этот пресс чаще всего применяют для холодной штамповки металлов, пластических масс, глины, извести, керамических масс, для получения брикетов и т.д.

Кривошипный механизм простого действия изображен на рис. 1, а. Пуансон 5, движущийся возвратно-поступательно, взаимодействует с матрицей (на схеме не показана), устанавливаемой на столе.

У к а з а н и я. В качестве начального принять положение механизма, при котором ползун 5 находится в крайнем верхнем положении. Кинематические диаграммы построить для точки F. Массой шатуна 4 пренебречь, т.е. считать $m_4 = 0$.

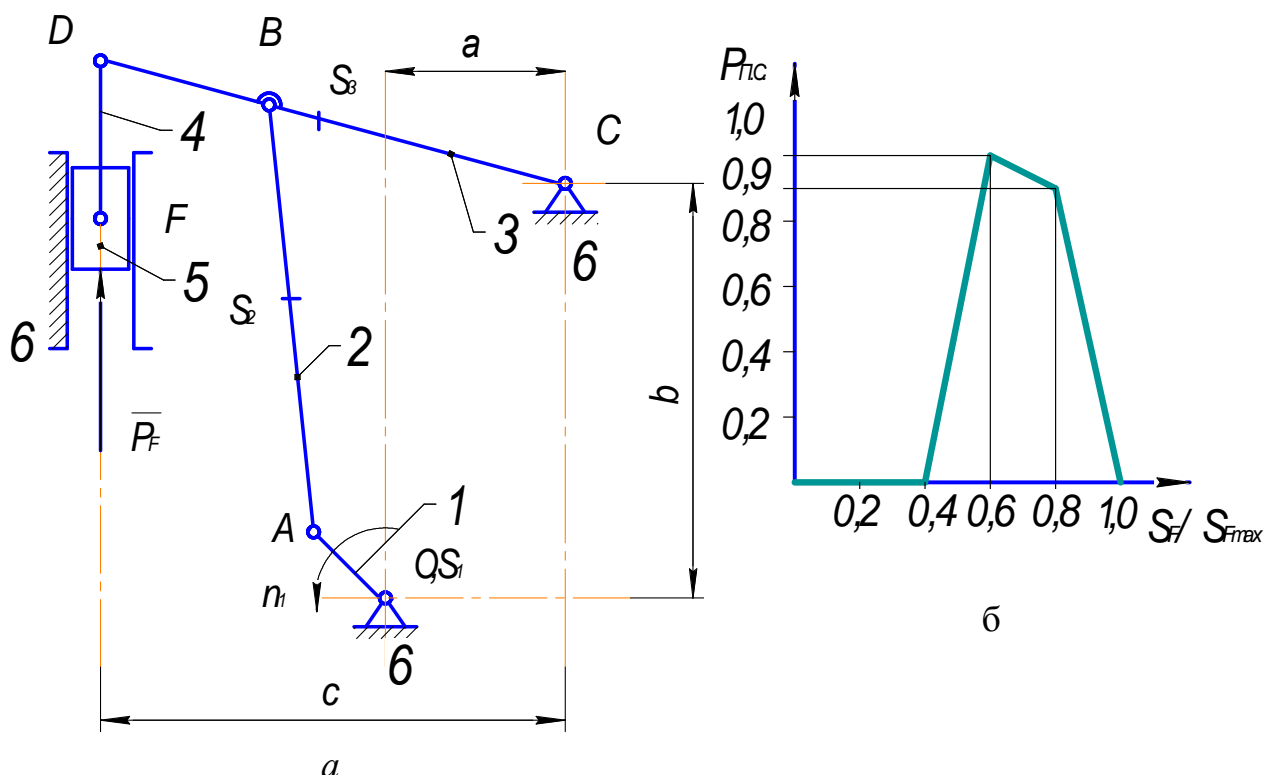


Рис. 1. Механизм вытяжного пресса:

а – схема рычажного механизма перемещения ползуна с пуансоном (1...6 – звенья); б – график изменения усилия вытяжки

Таблица 1

Исходные данные к теме 1

Параметры	Обозначение	Варианты числовых значений									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Размеры звеньев рычажного механизма, м	l_{OA}	0,08	0,11	0,08	0,11	0,07	0,12	0,08	0,12	0,09	0,10
	$l_{AB} = 2l_{AS2}$	0,32	0,38	0,29	0,40	0,26	0,45	0,23	0,43	0,36	0,36
	l_{BC}	0,30	0,26	0,27	0,28	0,24	0,30	0,21	0,29	0,33	0,25
	$l_{CD} = 2l_{CS3}$	0,42	0,37	0,38	0,39	0,34	0,44	0,30	0,42	0,47	0,35
	l_{DF}	0,11	0,09	0,10	0,10	0,09	0,11	0,08	0,10	0,12	0,09
	a	0,16	0,13	0,14	0,14	0,13	0,15	0,11	0,15	0,17	0,12
	b	0,29	0,37	0,26	0,39	0,23	0,44	0,20	0,42	0,32	0,35
	c	0,41	0,35	0,37	0,37	0,33	0,41	0,29	0,39	0,45	0,33
Частота вращения кривошипа 1, мин ⁻¹	n_1	55	40	50	45	85	80	65	60	70	75
	m_1	50	55	60	50	45	45	466	47	45	40
Массы звеньев рычажного механизма, кг	m_2	9	11	8	12	8	13	7	13	11	10
	m_3	12	10	11	10	10	14	9	12	14	11
	m_5	30	32	35	37	40	42	35	40	30	37
Момент инерции кривошипа I , кг·м ²	J_{S1}	2,0	2,4	2,6	2,5	2,2	2,0	2,2	2,2	2,4	2,0
Моменты инерции звеньев, кг·м ²	J_{S2}	0,10	0,16	0,08	0,20	0,06	0,26	0,05	0,24	0,14	0,13
	J_{S3}	0,20	0,14	0,16	0,16	0,12	0,28	0,09	0,21	0,31	0,13
	J_{DB}	0,10	0,11	0,11	0,12	0,10	0,10	0,11	0,11	0,12	0,10
Максимальное усилие вытяжки, кН	$P_{F\text{макс}}$	3,6	4,0	3,8	4,2	4,0	3,7	3,2	3,9	4,5	3,5