

**ОПД.Ф.02.03 ТЕОРИЯ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ**

Методические указания к самостоятельной работе студента

Самостоятельная работа студента (СРС) предполагает следующие виды работ:  
Курсовой проект или работа.  
Расчетно-графические работы.  
Рефераты.  
Другие виды самостоятельной работы студента (подготовка к зачетам, экзаменам, проведение научно-исследовательских работ студентов (НИРС) и т.д.).

Курсовой проект (курсовая работа).

Задания на курсовой проект, методические указания по выполнению курсового проекта, рекомендуемая литература подробно рассмотрено в работе (3).

Расчетно-графические работы (РГР).

1. Порядок выдачи задания на выполнение РГР:

Студенту выдается вариант задания, который включает:

- схему механизма двигателя внутреннего сгорания,
- вид индикаторной диаграммы ,
- число зубьев колес и их модуль,
- схему кулачкового механизма,
- закон движения толкателя,
- номер варианта задания каждому студенту выдает преподаватель.

2. Общие замечания.

РГР состоит из пояснительной записки и графической части, выполненных на формате А 4.  
В текстовой части записки даются пояснения к расчету и порядок выполнения графической части.  
Формулы пишут в общем виде ссылаясь на литературу, а затем в них подставляют числовые значения.

В конце записки приводится список литературы, которой пользовался студент.

3. Порядок выполнения РГР № 1 «Структурный анализ и синтез механизма».

Алгоритм выполнения РГР № 1 смотри (1) с. 15.

Проработать все вопросы для самопроверки (1) с. 16-25.

Начертить структурную схему механизма и указать ведущее звено.

Обозначить все подвижные звенья механизма арабскими цифрами, назвать звенья и дать их полное определение. Посчитать общее число подвижных звеньев. (Например: 1 – ползун, звено совершающее возвратно-поступательное движение).

1-

2-

3-

и т.д.

n =

Обозначить заглавными буквами латинского алфавита все кинематические пары, а цифрами указать класс кинематической пары. Назвать каждую кинематическую пару, указав ее класс, группу, название. Посчитать число кинематических пар пятого и четвертого классов. (Например: А5 – кинематическая пара 5-го класса, низшая, поступательная).

А -

В -

С -

и т.д.

p5 =

$p_4 =$

Написать формулу П.Л. Чебышева, определить степень подвижности механизма и объяснить полученное значение.

$W =$

Степень подвижности механизма  $W =$  \_\_\_\_\_, это означает, что ...

Если есть, указать лишнюю степень свободы в механизме, затем удалить ее, вновь начертить структурную схему механизма без лишней степени свободы, и определить степень подвижности нового механизма.

Если есть, указать пассивную связь в механизме, затем удалить ее, вновь начертить структурную схему механизма без пассивной связи, и определить степень подвижности нового механизма.

Если в механизме есть высшие кинематические пары, то по алгоритму (1) с. 12 провести их замену на низшие кинематические пары. Начертить новый механизм без высших кинематических пар. Написать алгоритм замены и сделать необходимые чертежи.

Отсоединить от механизма группу Ассура 2-го класса (1) с. 14, начертить механизм без группы Ассура и определить его степень подвижности. Группе Ассура дать полное название: класс, вид, порядок. Отсоединение групп Ассура проводить до тех пор, пока от механизма не останется стойка и ведущее звено.

Если от механизма нельзя отсоединить группу Ассура 2-го класса, то отсоединить группу Ассура 3-го класса (1) с.14, начертить механизм без группы Ассура и определить его степень подвижности. Группе Ассура дать полное название. Отсоединение групп Ассура проводить до тех пор, пока от механизма не останется стойка и ведущее звено.

Если от механизма нельзя отсоединить группу Ассура 3-го класса, то отсоединить группу Ассура 4-го класса (1) с.14, начертить механизм без группы Ассура и определить его степень подвижности. Группе Ассура дать полное название. Отсоединение групп Ассура проводить до тех пор, пока от механизма не останется стойка и ведущее звено.

Определить класс всего механизма. Например: класс механизма 2-ой, так как наивысший класс групп Ассура, входящих в состав механизма второй.

Оформление отчета по РГР согласно (2).

Порядок выполнения РГР № 2 «Кинематический анализ и синтез механизма».

Алгоритм выполнения РГР № 2 смотри (1) с. 31-34.

Проработать все вопросы для самопроверки (1) с. 16-25.

Определить недостающие размеры механизмы по известным данным.

Выбрать масштаб схемы механизма и начертить его в положении, заданном для силового расчета.

Выбрать масштаб плана скоростей и построить план скоростей. Вычислить линейные скорости всех точек механизма, в том числе центров масс звеньев, а также угловые скорости звеньев.

Выбрать масштаб плана ускорений и построить план ускорений. Вычислить линейные ускорения всех точек механизма, в том числе центров масс звеньев, а также угловые ускорения звеньев.

Оформление отчета по РГР согласно (2).

5. Порядок выполнения РГР № 3 «кинетостатический анализ механизма».

Алгоритм выполнения РГР № 3 смотри (1) с. 49-51.

Проработать все вопросы для самопроверки (1) с. 54-69.

Начертить группу Ассура механизма в положении, заданном для силового расчета, вычислить все силы и моменты, действующие на звенья механизма, и показать их на схеме.

Выбрать масштаб плана сил и определить реакции в кинематических парах группы Ассура.

Начертить механизм 1-го класса, вычислить все силы и моменты, действующие на ведущее звено, а также указать на схеме уравновешивающую силу.

Выбрать масштаб плана сил и определить реакцию в кинематической паре и уравновешивающую силу.

Определить уравновешивающую силу методом «рычага Жуковского» и сравнить обе величины.

Оформление отчета по РГР согласно (2).

6. Порядок выполнения РГР № 4 «динамический анализ и синтез механизма».  
Алгоритм выполнения РГР № 4 смотри (1) с. 61-65.  
Проработать все вопросы для самопроверки (1) с. 65.  
Определить приведенный момент движущих сил по методу «рычага Жуковского» и построить график приведенного момента в зависимости от угла поворота кривошипа.  
Методом графического интегрирования графика приведенного момента построить график работ движущих сил.  
Построить график избыточной работы.  
Построить график приведенного момента инерции всех звеньев механизма.  
Построить неполную диаграмму Виттенбауэра и определить по диаграмме с учетом заданного коэффициента неравномерности хода машины ( $\delta$ ) момент инерции, размеры и массу маховика.

Оформление отчета по РГР согласно (2).

7. Порядок выполнения РГР № 5 «синтез передаточных механизмов».  
Алгоритм выполнения РГР № 5 смотри (1) с. 81-82.  
Проработать все вопросы для самопроверки (1) с. 86-89.  
Рассчитать основные размеры зубчатых колес, выбрать масштаб и начертить картину эвольвентного зацепления двух колес (показать не менее трех зубьев каждого колеса).  
Определить графически и рассчитать коэффициент перекрытия зубчатой передачи.

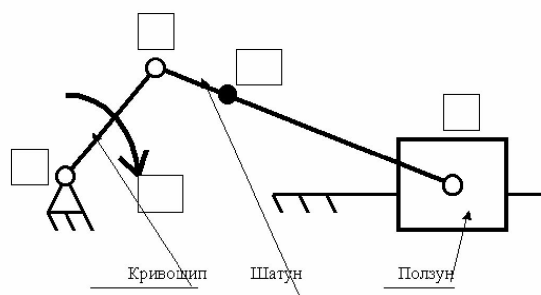
Оформление отчета по РГР согласно (2).

8. Порядок выполнения РГР № 6 «синтез по положениям звеньев».  
Алгоритм выполнения РГР № 6 смотри (1) с. 97-98.  
Проработать все вопросы для самопроверки (1) с. 99-101.  
Методом графического интегрирования построить кинематические диаграммы толкателя по заданному закону изменения ускорения.  
Определить минимальный радиус шайбы кулачка с учетом заданного допустимого угла давления.  
Построить профиль кулачка и начертить в одном из положений толкатель.

Оформление отчета по РГР согласно (2).

#### 9. Варианты заданий.

Механизм двигателя внутреннего сгорания.



Наименования параметров:

$n_1$  - частота вращения кривошипа, об./мин.

$S$  – максимальный ход ползуна, м.

$\lambda = LOA / LAB$  – отношение длины кривошипа к длине шатуна.

$D = S$  – диаметр ползуна равен максимальному ходу ползуна, м.

$M1$  – масса кривошипа, кг.

$M2 = 0,5 M1$  – масса шатуна, кг.

$M3 = 0,2 M1$  – масса ползуна, кг.

Центр масс кривошипа (точка  $S1$ ) совпадает с точкой  $O$ .

Центр масс шатуна (точка  $S2$ ) находится на расстоянии :  $LAS2 = 0,3 LAB$ .

Центр масс ползуна (точка  $S3$ ) совпадает с точкой  $B$ .

Момент инерции шатуна относительно оси, проходящей через центр тяжести, равен:  $J2 = 0,17 (LAB)^2 M2$ .

$P$  газовая  $max$ . – максимальное значение давления на индикаторной диаграмме, атм.

$\delta = 0,01$  - коэффициент неравномерности хода машины (данный параметр используется при выполнении листа № 2 курсового проекта).

Таблица № 1.

№ п/п	$n1$ об./мин.	$S$ м.	$\lambda$ ---	$M1$ кг.	$P$ газовая $max$ . атм.	№ положения для силового расчета ---
1	1500	0,28	0,20	40	27	1
2	1550	0,27	0,20	39	26	2
3	1600	0,26	0,21	39	25	3
4	1650	0,25	0,21	38	24	4
5	1700	0,24	0,22	38	23	5
6	1750	0,23	0,22	37	22	6
7	1800	0,22	0,23	37	21	7
8	1850	0,21	0,23	36	20	8
9	1900	0,20	0,24	36	21	9
10	1950	0,19	0,24	35	22	10
11	2000	0,18	0,25	35	23	11
12	2050	0,17	0,25	34	24	12
13	2100	0,16	0,26	34	25	13
14	2150	0,15	0,26	33	26	14
15	2200	0,14	0,27	33	27	15
16	2250	0,13	0,27	32	28	16
17	2300	0,12	0,28	31	29	1
18	2350	0,11	0,28	31	30	2
19	2400	0,10	0,29	30	29	3
20	2450	0,11	0,29	30	28	4
21	2500	0,12	0,30	29	27	5
22	2550	0,13	0,31	29	26	6
23	2600	0,14	0,31	28	25	7
24	2650	0,15	0,32	28	24	8
25	2700	0,16	0,32	27	23	9
26	2750	0,17	0,33	27	22	10
27	2800	0,18	0,33	26	21	11
28	2850	0,19	0,34	26	20	12
29	2900	0,20	0,34	25	21	13
30	2950	0,21	0,35	25	22	14

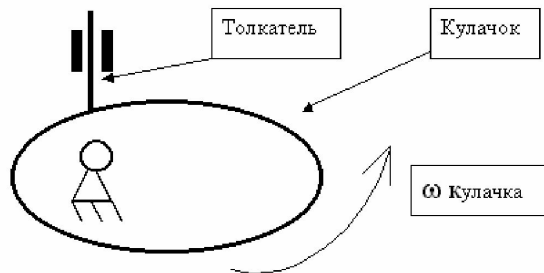
Индикаторная диаграмма двухтактного двигателя.



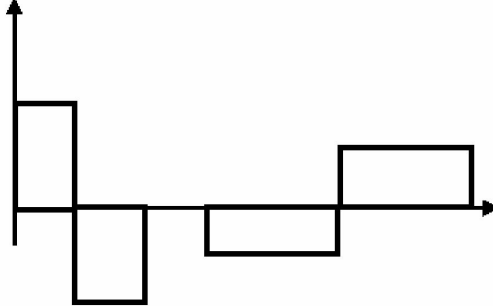
Таблица № 2.

№ п/п	Число зубьев 1-го колеса Z1	Число зубьев 2-го колеса Z2	Модуль m, мм.
1	9	27	5
2	10	28	6
3	11	29	8
4	12	30	1
5	13	31	12
6	14	32	15
7	15	33	20
8	16	34	25
9	9	35	2
10	10	36	4
11	11	37	5
12	12	38	6
13	13	39	8
14	14	40	10
15	15	25	12
16	16	26	15
17	9	27	20
18	10	28	25
19	11	29	2
20	12	38	4
21	13	39	5
22	14	30	6
23	15	31	8
24	16	32	10
25	9	33	12
26	10	34	15
27	11	35	20
28	12	36	25
29	13	37	32
30	14	38	40

Кулачковый механизм с игольчатым толкателем.



Законы движения (ускорения) толкателя .



Наименование параметров:

- $\varphi_{п}$  – угол подъема, град.,
- $\varphi_{д.с.}$  – угол дальнего стояния, град.,
- $\varphi_{оп.}$  – угол опускания, град.,
- $\alpha_{доп.} = 25^\circ$  – допустимый угол давления для кулачковых механизмов с игольчатым толкателем,
- $h_{max.}$  – максимальный ход толкателя, мм.

Таблица № 3.

№	Угол под. град.	Угол д.с. град.	Угол оп. град.	Макс. ход толкателя мм.
1	150	5	100	0,1
2	145	10	105	0,2
3	140	15	110	0,3
4	135	20	115	0,4
5	130	25	120	0,5
6	125	30	125	0,6
7	120	35	130	0,7
8	115	40	135	0,8
9	110	45	140	0,9
10	105	50	135	1,0
11	100	55	130	1,1
12	95	60	125	1,2
13	90	65	120	1,3
14	85	70	115	1,4
15	80	75	110	1,5
16	75	80	105	1,6
17	70	85	100	1,7
18	65	90	95	1,8

19	60	95	90	1,9
20	130	15	140	2,0
21	135	20	135	2,1
22	140	25	130	2,2
23	145	30	125	2,3
24	150	35	120	2,4
25	155	40	115	2,5
26	160	45	110	2,6
27	165	50	105	2,7
28	170	55	100	2,8
29	175	60	95	2,9
30	180	65	90	3,0

## Рефераты.

### 1. Рекомендуемые темы рефератов:

- Реферат №1: колебания в механизмах.
- Реферат №2: линейные уравнения в механизмах.
- Реферат №3: нелинейные уравнения движения в механизмах.
- Реферат №4: колебания в рычажных и кулачковых механизмах.
- Реферат №5: вибрационные транспортеры.
- Реферат №6: вибрация.
- Реферат №7: динамическое гашение колебаний.
- Реферат №8: динамика приводов.
- Реферат №9: электропривод механизмов.
- Реферат №10: гидропривод механизмов.
- Реферат №11: пневмопривод механизмов.
- Реферат №12: выбор типа приводов.
- Реферат №13: синтез рычажных механизмов.
- Реферат №14: методы оптимизации в синтезе механизмов с применением ЭВМ.
- Реферат №15: синтез механизмов по методу приближения функций.
- Реферат №16: синтез направляющих механизмов.

### 2. Требования к рефератам:

при написании рефератов используется литература из научного фонда библиотеки или информация с интернет-сайтов,

текст реферата должен содержать основные разделы: обзор и анализ литературы по данному вопросу, основная часть реферата, выводы, список литературы, в тексте приводятся необходимые схемы, чертежи, формулы, алгоритмы и т.д.

Другие виды самостоятельной работы студента (подготовка к зачетам, экзаменам, проведение научно-исследовательских работ студентов (НИРС) и т.д.).

#### Подготовка к зачету или экзамену:

Проработать все вопросы для самопроверки (1).

Решить все задачи для самостоятельного решения (1).

#### Проведение НИРС:

Студенты, желающие заниматься дополнительно по предмету ТММ, с целью более углубленного изучения материала, а также желающие изучить основы научно-исследовательской работы, должны обратиться к преподавателю.

Занятие НИРС не предполагает освобождения от основной работы студента: выполнение курсового проекта (работы), лабораторных или практических работ, сдачи экзамена или зачета.

Результаты НИРС оформляются согласно (2) и представляются на ежегодные научные конференции кафедры, факультета, университета для оценки уровня научной работы.