

**ОПД.Ф.02.03 ТЕОРИЯ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ
МНОГОЗВЕННЫЕ ЗУБЧАТЫЕ МЕХАНИЗМЫ**
Методические рекомендации и комплект заданий
для курсового проектирования

Методические рекомендации содержат комплект заданий для выполнения курсового проекта (курсовой работы) по теории механизмов и машин по разделу «Многозвенные зубчатые механизмы». Как показала практика, эти же задания могут быть использованы при изучении дисциплин: «Техническая механика», «Прикладная механика», «Основы механоведения» и т.п.

В рекомендациях даны некоторые пояснения, позволяющие приступить к работе над курсовым проектом.

1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

В разделе курсового проектирования по многозвенным зубчатым механизмам (МЗМ) предполагается рассмотреть четыре схемы механизмов, представленных на рисунке 1.

Это многозвенные зубчатые механизмы, состоящие из двух ступеней. Одна из ступеней – ступень с неподвижными осями колес, вторая ступень – планетарная. Ступени соединены последовательно.

В разделе курсового проектирования необходимо выполнить следующие этапы:

1. Определить из условия соосности недостающее число зубьев некоторых колес планетарной ступени.
2. Из условий соседства и сборки выбрать число сателлитов.
3. Вычислить радиусы окружностей колес. Вычертить в выбранном масштабе кинематическую схему механизма. Определить степень подвижности.
4. Определить передаточное отношение аналитическим и графическим способами.
5. Построить номограмму угловых скоростей.
6. Произвести силовой расчет механизма. По заданному моменту сопротивления определить движущий момент и окружные усилия в зацеплении колес.

Студенты ИДО определяют передаточное отношение только аналитическим способом. Номограмму угловых скоростей (п.5) не строят.

При последовательном соединении ступеней 1 и 2 общее передаточное отношение $U_{общ}$ равно произведению передаточных отношений промежуточных ступеней:

$$U_{общ} = U_1 \cdot U_2. \quad (1)$$

Передаточные отношения первой и второй ступеней U_1 и U_2 не зависят от вида ступеней (с неподвижными осями колес; планетарная).

Передаточное отношение для двух колес с неподвижными осями равно:

$$U_{ik} = \frac{\omega_i}{\omega_j} = \pm \frac{Z_j}{Z_i}, \quad (2)$$

где i, j – номера колес.

В формуле (2) знак «плюс» берется, если колеса образуют внутреннее зацепление, для внешнего зацепления берется знак «минус».

Для планетарной ступени передаточное отношение от центрального колеса с номером K к водилу H при неподвижном колесе с номером L определяется по формуле Виллиса:

$$U_{KH}^{(L)} = 1 - U_{KL}^{(H)}. \quad (3)$$

Если требуется определить передаточное отношение от водила H к колесу с номером K при неподвижном колесе с номером $L - U_{HK}^{(L)}$, то используется формула:

$$U_{HK}^{(L)} = \frac{1}{U_{KH}^{(L)}} = \frac{1}{1 - U_{KL}^{(H)}} \quad (4)$$

В формулах (3) и (4) полагается, что колесо L откреплено, а водило H закреплено. Тогда планетарная ступень превращается в многозвенный зубчатый механизм с неподвижными осями колес.

Исходные данные приведены в таблице 1. Для всех вариантов принять частоту вращения ведущего звена $n_{\text{вщ}} = 1000 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$.

Момент сопротивления на ведомом валу принять

$$M_c = 40 - 60 \quad (5)$$

- m – модуль в мм;

- M_c – в Нм.

Модули всех колес принять одинаковыми. Радиусы делительных окружностей колес равны:

$$r_i = \frac{mZ_i}{2}. \quad (6)$$

Колеса нулевые.

В зависимости от номера специальности, а соответственно, от объема часов курса задания могут быть упрощенными, т.е. не все пункты требований следует выполнять.

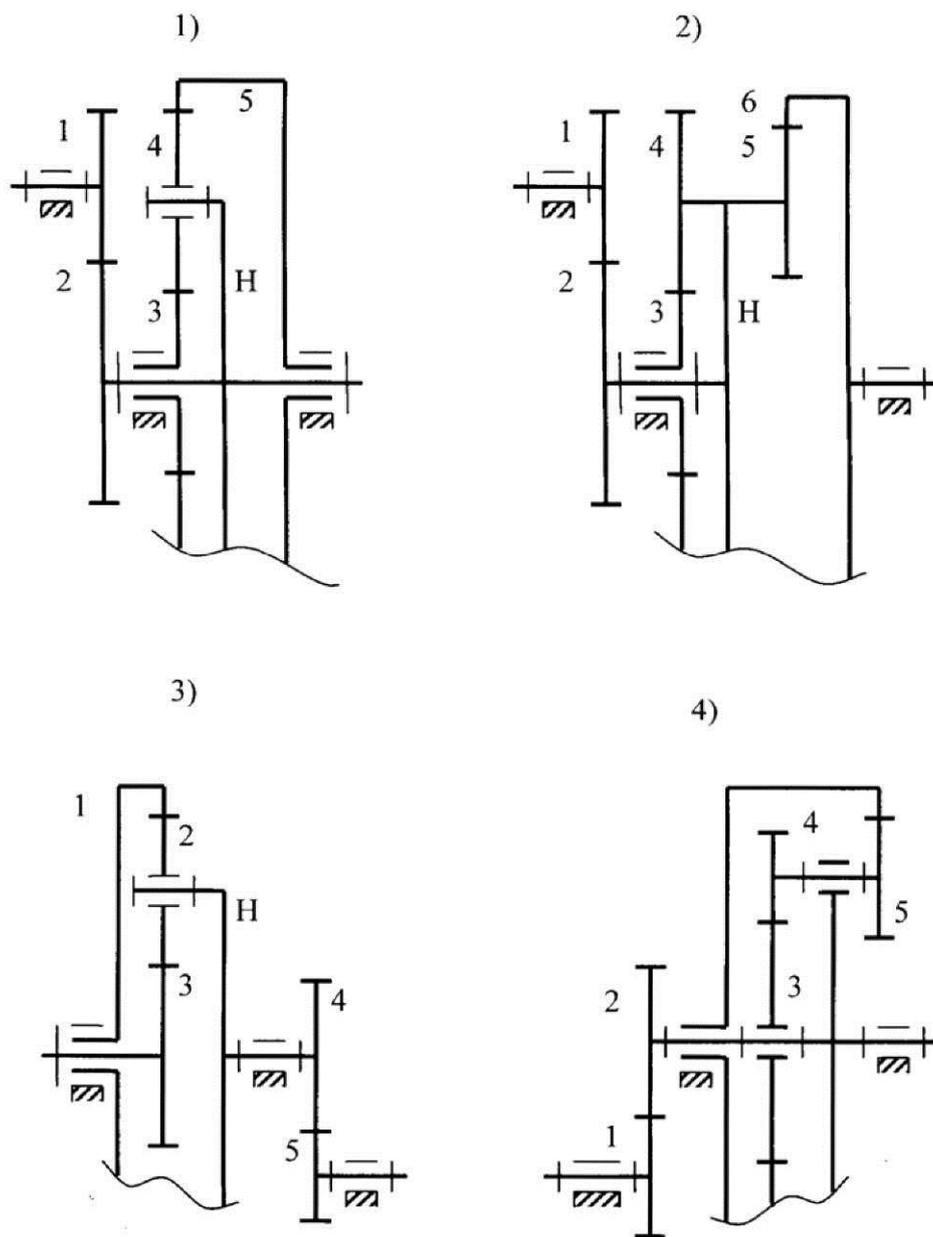


Рис. 1. Схемы МЗМ

Таблица 1

Варианты	№ схем	Модуль m, мм	Число зубьев						ВЩ звено	ВМ звено	НП звено
			Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	Z ₅	Z ₆			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	4	17	26	20	-	60	-	1	5	3
2	2	4	18	22	28	28	-	68	1	3	6
3	3	4	62	16	-	16	36	-	1	5	3
4	4	4	19	38	28	24	28	-	1	3	6
5	2	4	18	28	34	28	16	-	1	6	3
6	3	4	54	-	18	16	18	-	3	5	1
7	1	4	17	26	20	-	60	-	1	3	5
8	2	4	18	24	28	28	16	-	3	1	6
9	3	4	-	16	30	16	36	-	5	1	3
10	4	4	19	38	28	24	30	-	1	3	6
11	2	4	16	18	-	28	16	68	6	1	3
12	3	4	-	16	30	16	30	-	5	3	1
13	1	5	16	25	-	20	60	-	5	1	3
14	2	5	20	26	-	28	18	68	1	3	6
15	3	5	64	18	-	18	36	-	1	5	3
16	4	5	18	36	-	24	24	66	1	3	6
17	2	5	20	26	24	-	16	68	1	6	3
18	3	5	62	16	-	16	30	-	1	5	3
19	1	5	18	25	22	20	-	-	3	1	5
20	2	5	16	19	-	28	16	68	1	6	3
21	3	5	-	16	30	16	32	-	5	1	3
22	4	5	18	36	-	20	24	64	6	1	3
23	2	5	14	18	-	28	16	68	6	1	3
24	3	5	68	20	-	14	28	-	5	1	3
25	1	3	17	25	20	-	68	-	3	1	5
26	2	3	20	24	20	-	16	68	1	6	3
27	3	3	62	16	-	16	30	-	1	5	3
28	4	3	20	36	30	24	26	-	1	6	3
29	1	3	18	30	20	22	-	-	1	3	5
30	3	3	62	18	-	18	30	-	3	5	1
31	1	3	16	24	18	16	-	-	1	3	5

Варианты	№ схем	Модуль m мм	Число зубьев						ВЩ звено	ВМ звено	НП звено
			Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	Z ₅	Z ₆			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
32	2	3	16	24	28	28	16	-	6	1	3
33	3	3	62	-	16	17	36	-	1	5	3
34	4	3	18	26	24	20	24	-	6	1	3
35	2	3	18	22	-	28	16	68	3	1	6
36	3	3	62	16	-	16	36	-	5	3	1
37	1	5	18	24	20	18	-	-	1	3	5
38	2	5	17	21	24	26	18	-	1	6	3
39	3	5	66	18	-	17	35	-	5	1	3
40	4	5	17	34	18	24	20	-	3	1	6
41	1	5	18	30	20	22	-	-	1	5	3
42	3	5	66	-	30	16	30	-	1	5	3
43	1	5	17	28	22	-	58	-	1	3	5
44	2	5	18	28	30	26	18	-	6	1	3
45	3	5	62	16	-	16	36	-	1	5	3
46	4	5	19	36	18	22	24	-	6	1	3
47	2	3	18	28	-	28	16	68	1	3	6
48	3	4	66	-	30	16	36	-	5	1	3
49	1	5	16	22	20	-	60	-	1	5	3
50	4	5	16	32	18	24	20	-	3	1	6
51	1	3	15	25	20	-	60	-	1	5	3
52	2	3	18	28	20	24	-	72	1	6	3
53	3	4	62	16	-	16	36	-	1	5	3
54	4	3	18	36	-	24	20	64	1	3	6
55	1	4	16	22	20	22	-	-	5	1	3
56	2	5	18	22	-	28	16	68	1	6	3
57	3	3	62	16	-	16	30	-	1	5	3
58	4	4	20	24	26	20	24	-	1	6	3
59	1	5	16	27	22	24	-	-	5	1	3
60	2	3	18	22	-	28	16	68	6	1	3

Обозначения: ВЩ – ведущее звено
 ВМ – ведомое звено
 НП – неподвижное звено

2. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РАЗДЕЛА КУРСОВОГО ПРОЕКТА (КУРСОВОЙ РАБОТЫ)

1. Графическая часть выполняется на листе формата А1~А2.
2. Пояснительная записка выполняется на листе формата А4.
3. Требования к оформлению курсового проекта (курсовой работы).

Графическая часть выполняется на листе формата А3 или А4. На этом листе должен быть вычерчен механизм в масштабе, записаны формулы для определения передаточного отношения, показаны схемы нагружения всех зубчатых колес. В нижнем углу должен быть штамп, выполненный по ГОСТ 2-109-68.

Образец заполнения (рис. 2):

Графа 1. Курсовой проект по ТММ.

Графа 2. Курсовой проект по ТММ.

Графа 3. Расчет МЗМ.

Графа 6. Масштаб чертежа механизма.

Раздел «Разраб.». ФИО студента.

Раздел «Пров.». ФИО преподавателя.

Если фамилия, имя, отчество студента не умещаются в столбце 10, надписи могут быть перенесены в 11 столбец.

Столбец 12 и 13. Дата и подписи.

Графа 7. Лист 2.

Графа 8. Листов 2.

Графа 9. МГИУ, номер группы.

Остальные графы не заполняются.

Пояснительная записка выполняется на одной стороне листа формата А4 от руки.

В пояснительной записке должны быть отражены исходные данные, задания, краткое описание схемы механизма, подробные расчеты с инженерной точностью до трех значащих цифр (за образец принять расчеты в данной разработке), список литературы. Пояснительная записка и чертежи представляются преподавателю на утверждение.

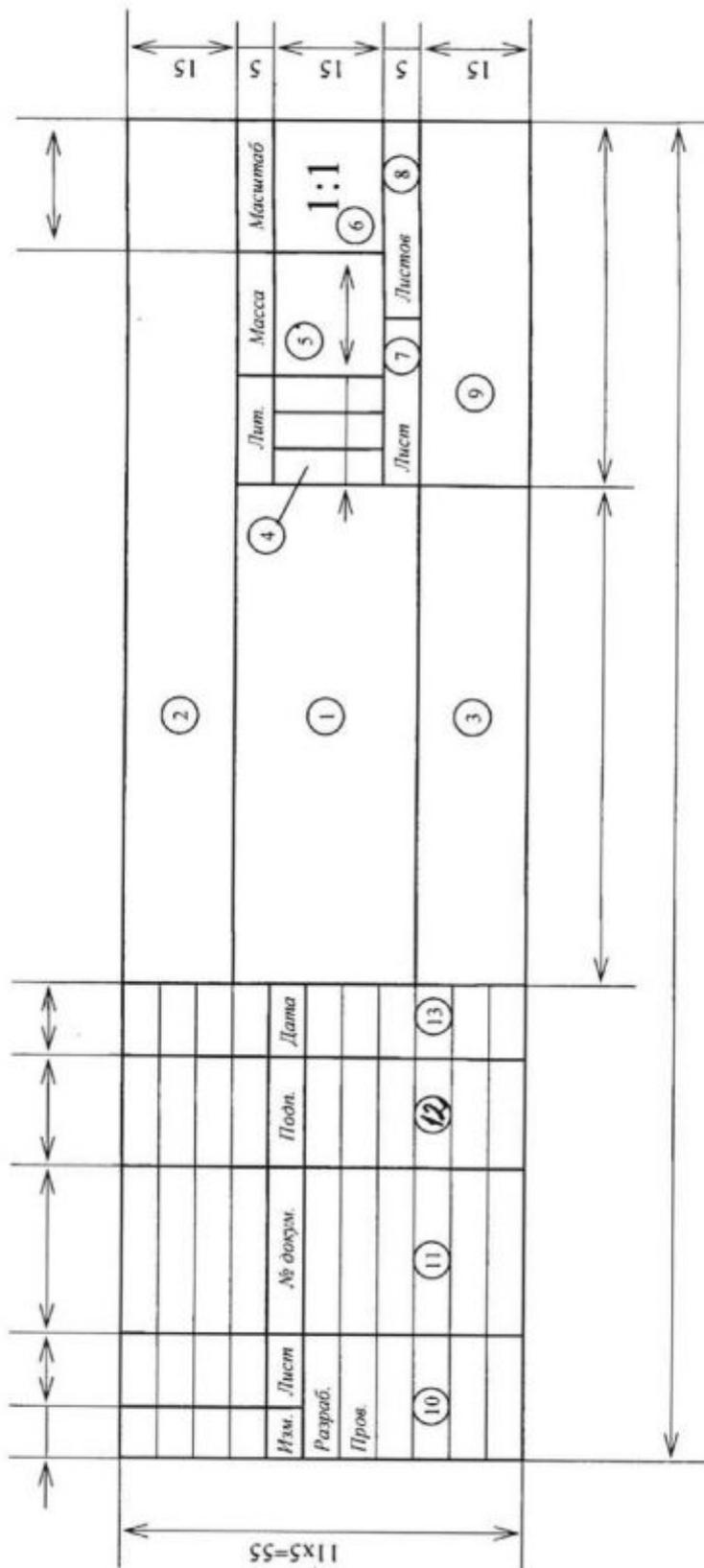


Рис. 2. Рамка-штамп ГОСТ 2-109-68

3. ВОПРОСЫ ПО РАЗДЕЛУ «МНОГОЗВЕННЫЕ ЗУБЧАТЫЕ МЕХАНИЗМЫ» (МЗМ)

1. Назначение и виды многозвенных зубчатых механизмов (МЗМ).
2. МЗМ с неподвижными осями колес. Определение передаточного отношения МЗМ с последовательным соединением ступеней аналитическим способом.
3. Графическое определение передаточного отношения МЗМ с последовательным соединением ступеней.
4. Проектирование МЗМ с неподвижными осями колес.
5. Планетарные зубчатые механизмы. Их особенности.
6. Схемы планетарных ступеней.
7. Аналитическое определение передаточного отношения планетарных механизмов.
8. Графическое определение передаточного отношения планетарных передач.
9. Построение номограммы угловых скоростей.
10. Проектирование планетарных механизмов.
11. Геометрические условия существования планетарных механизмов.
12. Условия соосности, сборки, соседства.
13. Силовой расчет планетарных механизмов.
14. Комбинированные механизмы, состоящие из ступеней с неподвижными осями и планетарных ступеней.
15. Дифференциальные механизмы.
16. Дифференциал автомобиля.

4. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фролов К.В., Попов С.А. и др. Теория механизмов и машин / Под ред. К.В. Фролова. – М., 1998 (возможны более ранние издания).
2. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. – М.: Наука, 1975 (возможны другие издания).
3. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики. – М.: Высшая школа, 2001.
4. Кичин И.Н. Методические указания к выполнению курсового проекта по теории механизмов и машин. Раздел: Кинематический и силовой расчет двухрядного редуктора А10-114. – М., 1987.
5. Девятова Е.М., Кичин И.Н., Сафронов А.А. Методические указания по курсу ТММ: Анализ и синтез зубчатого механизма А10-137. – М.: Изд-во МГИУ, 1990.