

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ» (МГТУ ГА)**

**Кафедра технической механики и инженерной графики
В.К. Харина**

ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА

ПОСОБИЕ

**по изучению дисциплины
и варианты контрольного
домашнего задания**

*для студентов II курса
направления 23.03.01 (190700)
заочной формы обучения*

Москва - 2015

ББК 531

X 20

Рецензент канд. техн. наук, доц. В.В. Пермякова

Харина В.К.

X 20 Прикладная механика: пособие по изучению дисциплины и варианты контрольного домашнего задания. - М.: МГТУ ГА, 2015. - 16 с.

Данное пособие издается в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Прикладная механика» по Учебному плану для студентов II курса направления 23.03.01 (190700) заочной формы обучения.

Рассмотрено и одобрено на заседаниях кафедры 10.02.2015 г. и методического совета 26.02.2015 г.

Подписано в печать 17.04.2015 г.

Печать офсетная
0,93 усл.печ.л.

Формат 60x84/16
Заказ № 1995/

0,82 уч.-изд. л.
Тираж 100 экз.

Московский государственный технический университет ГА

125993 Москва, Кронштадтский бульвар, д.20

Редакционно-издательский отдел

125493 Москва, ул. Пулковская, д.6а

© Московский государственный
технический университет ГА, 2015

Данное пособие предназначено для студентов II курса заочного обучения направления 23.03.01 (190700) в качестве пособия по изучению дисциплины «Прикладная механика».

Прикладная механика является общеинженерной дисциплиной и научной основой целых отраслей промышленности и современной техники.

Цель изучения дисциплины – получение будущими инженерами знаний и навыков по выполнению расчетов, что необходимо при изучении специальных дисциплин, а также в профессиональной деятельности.

Дисциплина «Прикладная механика» изучается студентами заочного факультета на втором курсе. До начала сессии студенты должны выполнить контрольные работы и получить на них положительные рецензии и допуск к защите.

Во время сессии студенты слушают лекции в объеме 6 час., посещают практические занятия в объеме 2 час. После прохождения собеседования по контрольным работам студенты допускаются до экзамена.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ПРИКЛАДНОЙ МЕХАНИКИ

1. УЧЕБНЫЙ ПЛАН ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Прикладная механика» для студентов направления 23.03.01 (190700) изучается студентами на втором курсе и включает в себя три раздела: сопротивление материалов, теорию машин и механизмов и детали машин.

Изучение дисциплины представлено лекциями, и практическими занятиями, а также предусматривается самостоятельное выполнение заданий, соответственно программе.

2. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1 Цель преподавания дисциплины.

Изучение дисциплины «Прикладная механика» формирует у будущих специалистов базу знаний о механических характеристиках наиболее распространенных конструкционных материалах и видах их деформации, об основах конструирования и расчетов деталей машин. Курс дает основные знания и умения для изучения современной авиационной техники.

2.2 Задачи изучения дисциплины (необходимый комплекс знаний и умений):

2.2.1. *Студент должен иметь представление:* о механических свойствах конструкционных материалов и методах определения их характеристик, основах конструирования деталей машин.

2.2.2. *Студент должен знать:* основы инженерных расчетов на прочность и жесткость элементов конструкций.

2.2.3. *Студент должен уметь:* проводить проверочные расчеты элементов конструкций на прочность при различных видах нагружения, проводить кинематическое исследование механизмов, выполнять проверочные расчеты деталей машин на основе задания.

3. СТРУКТУРА КУРСА

В курсе Прикладной механики студенты изучают три ее раздела: сопротивление материалов, теорию машин и механизмов, детали машин и основы конструирования.

В разделе «Сопротивление материалов» даются основные понятия механики деформируемого твердого тела, обеспечение прочности при различных видах деформации: растяжении (сжатии), кручении, изгибе.

Во втором разделе «Теория машин и механизмов» даются основные понятия теории машин и механизмов, основные виды механизмов, структурный анализ механизмов, классификация механизмов.

В третьем разделе «Детали машин и основы конструирования» рассматриваются вопросы, связанные с классификацией узлов и деталей машин, с требованиями к критериям работоспособности. Вводятся понятия о проектировании узлов и деталей машин (передат, валов, осей, подшипников).

4. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ПРОГРАММЫ

Изучать материал рекомендуется по темам (пункты лекций или параграфы учебника). При изучении необходимо понять смысл всех определений и теорем. По каждой теме нужно составить конспект. Необходимо применять полученные знания для приобретения навыков решения задач. Для этого рекомендуется изучить соответствующую тему и ответить на вопросы, предназначенные для проверки понимания данной темы. Далее перейти к решению задач. Указания по выполнению задач приводятся после определенного раздела.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ПРИКЛАДНОЙ МЕХАНИКИ.

Цель преподавания дисциплины.

В разделе «Сопrotивление материалов» изучаются вопросы механики деформируемого тела - вопросы прочности и жесткости при различных видах деформирования: растяжения-сжатия, смятия, среза, кручения, изгиба. Даются основы расчетов на прочность.

В разделе «Теория машин и механизмов» изучаются вопросы, связанные с исследованием механизмов современной авиационной техники, решаются задачи анализа и синтеза механизмов графическим и аналитическим способом.

В разделе «Детали машин» рассматриваются основные виды зацеплений. Геометрические параметры зубчатого колеса, определение передаточного отношения пары зубчатых колес. Рассматриваются требования, предъявляемые к деталям и узлам механизмов.

7. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

7.1 Джамай В.В. Прикладная механика – М.: Дрофа, 2004

7.2 Иванов М.Н. Детали машин М.: Высшая школа, 2000

8. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

8.1 Иосилевич Г.Б. и др. Прикладная механика – М.: Высшая школа

8.2 Артобoлевский А.А. «Теория машин и механизмов» М.: Высшая школа 1979.

9. СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

ТЕМА 9.1 Основные понятия и гипотезы. Силы и их классификация. Внутренние силовые факторы. Метод сечений. Построение эпюр.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Джамай В.В. Прикладная механика – М.: Дрофа, 2004, [глава 2.1].

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите механические свойства материалов.

2. Какие гипотезы используются для идеализации свойств материала конструкции.
3. Дайте определение бруса, пластины, стержня, балки, вала.
4. Объясните принцип метода сечений.

ТЕМА 9.2 Понятие о напряженном и деформированном состояниях. Общие принципы расчета элементов конструкций на прочность и жесткость.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. 1. Джамай В.В. Прикладная механика – М.: Дрофа, 2004, [глава 2.2].

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дайте определение главным и касательным напряжениям.
2. Какие модели напряжений используют в расчетах конструкций?
3. Дайте определение нормальным и касательным напряжениям.
4. Объясните, что такое двухосное и одноосные напряженные состояния.
5. Что подразумевается под прочностью и жесткостью.

ТЕМА 9.3 Растяжение и сжатие. Внутренние силы. Напряжения и деформации при растяжении и сжатии. Закон Гука. Напряженное и деформированное состояния. Испытание на растяжение. Диаграммы растяжения. Условия прочности и жесткости.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. 1. Джамай В.В. Прикладная механика – М.: Дрофа, 2004, [глава 2.3].

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислите основные механические характеристики материалов.
2. Объясните теорию упругости.
3. Что такое запас прочности?
4. Дайте определение предельному и допускаемому напряжению.
5. Как вычисляется работа внешних сил при растяжении (сжатии)?

ТЕМА 9.4 Понятие о напряженном и деформированном состоянии в точке. Главные площадки и главные напряжения. Типы напряженных состояний Обобщенный закон Гука. Теории прочности.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Джамай В.В. Прикладная механика – М.: Дрофа, 2004, [глава 2.6].

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Сформулируйте закон Гука.
2. Какой физический смысл модуля продольной упругости E ?
3. Дать определение предельному, расчетному и допускаемому напряжению.
4. Как записываются условия прочности и жесткости при растяжении и сжатии.
5. Какие виды напряженного состояния могут образовываться в точках элементов конструкций?
6. Каким образом определяются значения главных напряжений при плоском напряженном состоянии?
7. Какие напряжения называются главными?
8. Назовите обобщенный закон Гука.
9. Какое напряженное состояние в точке считают предельным.

ТЕМА 9.5 Чистый сдвиг. Закон Гука при сдвиге. Условие прочности. Расчет на срез и смятие. Кручение стержней круглого поперечного сечения. Определение напряжений и углов закручивания. Условие прочности и жесткости.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Джамай В.В. Прикладная механика – М.: Дрофа, 2004, [глава 2.4].

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Объясните при каком нагружении стержень испытывает чистый сдвиг.
2. Как выглядит закон Гука при сдвиге?
3. Какой вид нагружения называется кручением?
4. Как определяется угол закручивания вала?
5. Как определяется условие прочности и жесткости для валов при кручении?

ТЕМА 9.6 Плоский изгиб. Основные понятия. Чистый и поперечный изгиб. Напряжения при чистом изгибе. Условие прочности.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Джамай В.В. Прикладная механика – М.: Дрофа, 2004, [глава 2.5].

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какой вид деформации называют изгибом?
2. Объясните правило знаков для изгибающего момента.
3. Как рассчитываются нормальные напряжения при изгибе?
4. Составьте условие прочности балки при изгибе.

10. ДЕТАЛИ МАШИН

ТЕМА 10.1 Критерии работоспособности машин и механизмов. Область применения. Зубчатые передачи. Основные геометрические параметры зубчатых колес. Передаточное отношение зубчатой передачи. Усилия в зацеплениях передач. Материалы для изготовления элементов конструкций. Подшипники качения. Динамическая грузоподъемность. Конструкции подшипниковых узлов. Валы.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Джамай В.В. Прикладная механика – М.: Дрофа, 2004, [глава 5.1, 5.2].

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Объясните, что называется деталью и сборочной единицей.
2. Как классифицируются зубчатые передачи.
3. Какими свойствами обладает эвольвента окружности?
4. Какие силы возникают в зацеплениях зубчатых колес?
5. Что такое передаточное отношение зубчатой передачи?
6. Какие конструкционные материалы применяются для изготовления деталей зубчатых передач, валов?
7. Как классифицируются подшипники качения?
8. Каким образом производится подбор подшипников качения?
9. Дайте определение статической, динамической грузоподъемности, эквивалентной нагрузки.
10. Объясните почему валы часто проверяют на прочность? В чем суть проектного расчета валов?

11. ТЕОРИЯ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ

ТЕМА 11.1 Структурный анализ механизмов. Основные термины и определения. Составные части механизма. Классификация кинематических

пар, цепей. Степень подвижности кинематической цепи. Принцип построения и структурная классификация механизмов.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Джамай В.В. Прикладная механика – М.: Дрофа, 2004, [глава 1.1].

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дайте определения звеньям механизма.
2. Что называется кинематической парой и цепью? Назовите кинематические пары.
3. Как рассчитать число степеней свободы?
4. Как определяется степень подвижности кинематической цепи?
5. Что такое группы Асура?
6. Как определяется степень подвижности механизма?

ТЕМА 11.2 Кинематический анализ механизмов. Задачи и методы кинематического анализа. Кинематический анализ механизмов графическим и аналитическим методами

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Джамай В.В. Прикладная механика – М.: Дрофа, 2004, [глава 1.2].

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Объяснить для чего применяются задачи о положениях, скоростях и ускорениях?
2. Каким способом решаются задачи о положениях?
3. Каким способом решаются задачи о скоростях?
4. Каким способом решаются задачи о ускорениях?

ТЕМА 11.3 Динамический анализ механизмов. Цели и задачи динамического анализа. Силы, действующие на звенья механизма, и их классификация. Трение в механизмах. Уравнение движения механизмов с одной степенью свободы. Стадии движения механизма. Коэффициент полезного действия механизма.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Джамай В.В. Прикладная механика – М.: Дрофа, 2004, [глава 1.3].

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислите силы действующие на механизмы и дайте им определения.
2. Охарактеризуйте виды трения и дайте им определения.
3. Какую формулу применяют для определения силы трения в механических расчетах?
4. Дайте определение уравнениям движения механизма.
5. Назовите стадии движения механизма.
6. Как рассчитать КПД механизма ?

ОСНОВНАЯ ТЕРМИНОЛОГИЯ

СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Брус, деформация, перемещение, прочность, упругость, жесткость, устойчивость,	внутренние силы, активные силы, реактивные силы, напряжение, продольная сила, предельная деформация,	допускаемое напряжение, моменты инерции, сдвиг, угол сдвига, кручение, явление усталости
---	--	--

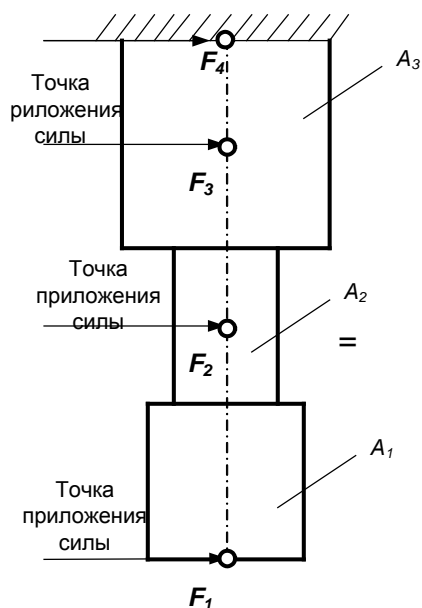
ТЕОРИЯ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ, ДЕТАЛИ МАШИН

Машина, звено, кинематическая пара, кинематическая цепь связи, степень подвижности, план скоростей,	план ускорений, движущие силы, силы сопротивления, трение, самоторможение, сборочная единица привод,	механизм, соединения передачи, работоспособность, долговечность, ремонтпригодность, эвольвента.
---	--	---

Варианты индивидуального контрольного домашнего задания

Задача №1

Для стального ступенчатого стержня
($E = 2 \cdot 10^5$ МПа):



1) определить продольные силы N и напряжения σ на каждом участке стержня; построить эпюры N и σ ;

2) оценить прочность на участках стержня и вычислить действительный запас прочности, если σ_{pr}

200 МПа, $\sigma_y = 240$ МПа. (Если найденное действительное напряжение окажется больше σ_{pr} , следует подобрать на этом участке такую площадь сечения, чтобы это условие выполнялось.

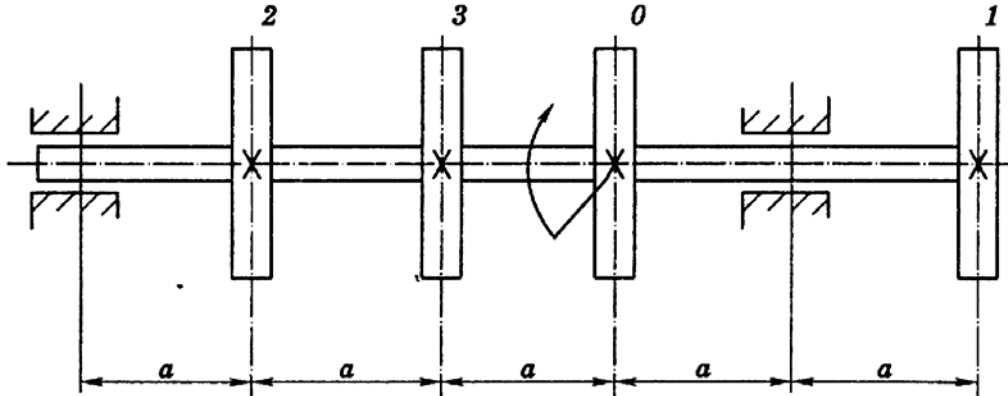
3) построить эпюру перемещений λ

Варианты задания

Номер варианта	Длина участка стержня, м						Площадь поперечного сечения, см ²			Модуль силы, кН			
	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6	A_1	A_2	A_3	F_1	F_2	F_3	F_4
1	0,25	0,25	0,20	0,30	0,15	0,35	10	14	18	+100	-	-160	-
2	0,30	0,20	0,25	0,25	0,20	0,30	18	12	8	+140	-120	-	-
3	0,20	0,30	0,30	0,20	0,25	0,25	16	8	10	+120	-	-160	-
4	0,25	0,25	0,35	0,15	0,30	0,20	12	10	16	+110	-80	-	-
5	0,35	0,15	0,15	0,35	0,35	0,15	8	12	16	+90	-	-	-90
6	0,15	0,35	0,20	0,30	0,30	0,20	10	8	12	-100	+140	-	-
7	0,20	0,30	0,25	0,25	0,25	0,25	14	10	18	-140	-	+180	-
8	0,25	0,25	0,30	0,20	0,20	0,30	12	14	10	-100	-	-	+160
9	0,30	0,20	0,35	0,15	0,15	0,35	18	16	14	-160	-	-90	-
10	0,35	0,15	0,30	0,20	0,35	0,15	16	18	10	-120	+160	-	-
11	0,15	0,35	0,20	0,30	0,25	0,25	10	16	18	-100	-	-120	-
12	0,20	0,30	0,35	0,15	0,20	0,30	12	8	16	-100	-	-	-160
13	0,25	0,25	0,15	0,35	0,20	0,30	14	16	10	-140	-	-90	-
14	0,30	0,20	0,20	0,30	0,35	0,15	12	8	16	-110	+90	-	-
15	0,30	0,15	0,25	0,25	0,15	0,35	18	14	12	-160	+90	-	-
16	0,30	0,15	0,30	0,20	0,20	0,30	16	14	10	+120	-	-	-80
17	0,30	0,20	0,35	0,15	0,25	0,25	18	12	14	+160	-	-100	-
18	0,25	0,25	0,35	0,15	0,30	0,20	18	14	16	+160	-	-	+110
19	0,20	0,30	0,30	0,20	0,35	0,15	10	13	8	-110	-	+120	-
20	0,15	0,35	0,25	0,25	0,35	0,15	14	10	12	-140	+130	-	-
21	0,15	0,35	0,20	0,30	0,20	0,20	8	10	8	-90	-	+140	-
22	0,20	0,30	0,15	0,35	0,25	0,25	12	10	12	+110	-	-	-160
23	0,25	0,25	0,20	0,30	0,20	0,30	16	10	8	-120	-	+140	-
24	0,30	0,20	0,25	0,25	0,15	0,35	18	12	10	+160	-120	-	-
25	0,35	0,15	0,30	0,20	0,25	0,25	10	14	10	+120	-	-110	-

26	0,40	0,10	0,20	0,15	0,35	0,25	14	16	20	+140	-	-	-100
27	0,25	0,15	0,35	0,20	0,40	0,15	18	14	10	-160	-	+90	-
28	0,30	0,10	0,25	0,25	0,15	0,40	12	10	8	+160	-70	-	-
29	0,35	0,15	0,35	0,10	0,35	0,15	8	18	10	+90	-	+200	-

Задача № 2



Для стального вала ($G = 8 \cdot 10^4$ МПа):

1. определить скручивающие моменты:

а) подводимый к шкиву 0 и снимаемые со шкивов 1, 2, 3;

б) построить эпюры крутящих моментов;

в) определить диаметр ступенчатого вала на каждом участке из условия прочности (окончательные принимаемые значения должны быть округлены до ближайших стандартных) из следующего ряда, мм: 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 170, 125, 140, 160, 170, 180, 200;

г) вычертить в масштабе эскиз ступенчатого вала;

д) построить эпюру углов закручивания относительно левого шкива на валу;

е) проверить жесткость вала при кручении, если $\varphi_0 \text{ adm} = 0,8$ град/м.

Номер варианта	Длина а, м	Мощность, кВт				Угловая скорость, рад/с	Допускаемое касательное напряжение, МПа	Допускаемый угол закручивания, град/м
		P_0	P_1	P_2	P_3			
1	0,5	80	25	20	35	70	35	0,50
2	0,3	70	30	25	15	65	30	0,45
3	0,2	90	45	20	25	75	35	0,45
4	0,5	80	30	20	30	70	35	0,40
5	0,4	50	20	15	15	40	20	0,50
6	0,3	100	50	30	20	80	40	0,45
7	0,1	70	30	10	40	65	30	0,90

8	0,3	100	40	25	35	80	40	0,85
9	0,4	60	30	20	10	50	25	0,60
10	0,2	40	15	10	15	30	20	0,60
11	0,2	90	35	25	30	75	35	0,45
12	0,3	70	25	30	15	65	30	0,55
13	0,4	50	10	15	25	40	20	0,90
14	0,1	100	30	40	25	80	40	0,70
15	0,4	60	10	20	30	50	25	0,40
16	0,3	80	30	25	15	70	35	0,60
17	0,2	70	25	15	30	65	30	0,75
18	0,3	100	60	15	25	80	40	1,00
19	0,5	90	25	40	25	75	35	0,75
20	0,5	80	40	25	15	70	35	0,60
21	0,4	100	50	25	25	80	40	0,65
22	0,2	80	40	25	15	70	35	0,70
23	0,3	60	30	10	20	50	25	0,80
24	0,1	90	25	15	50	75	35	0,65
25	0,5	70	30	15	25	65	30	0,70
26	0,2	90	20	25	45	75	35	0,45
27	0,4	40	10	20	10	30	20	1,00
28	0,5	100	25	25	50	80	40	0,95
29	0,2	80	40	15	25	70	35	0,80
30	0,3	50	20	10	20	40	20	0,70

Методические указания к решению задач.

Задача №1.

Задание выполняется на листе формата А4. Оформляется титульный лист, на следующем листе проводятся расчеты. Все эпюры вычерчиваются на отдельном листе. Вариант (схема) выбирается соответственно сумме двух последних цифр зачетной книжки.

Задача №2

Задание выполняется на листе формата А4. Все эпюры вычерчиваются на отдельном листе. Расчеты выполняются подробный (с объяснениями) четким понятным почерком. Образец титульного листа дается ниже.

**«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ
АВИАЦИИ» (МГТУ ГА)**

**КОНТРОЛЬНОЕ ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ
ПО ПРИКЛАДНОЙ МЕХАНИКЕ.**

Вариант №

Выполнил
Студент
Группа
Проверил
Преподаватель Харина
Вера Константиновна

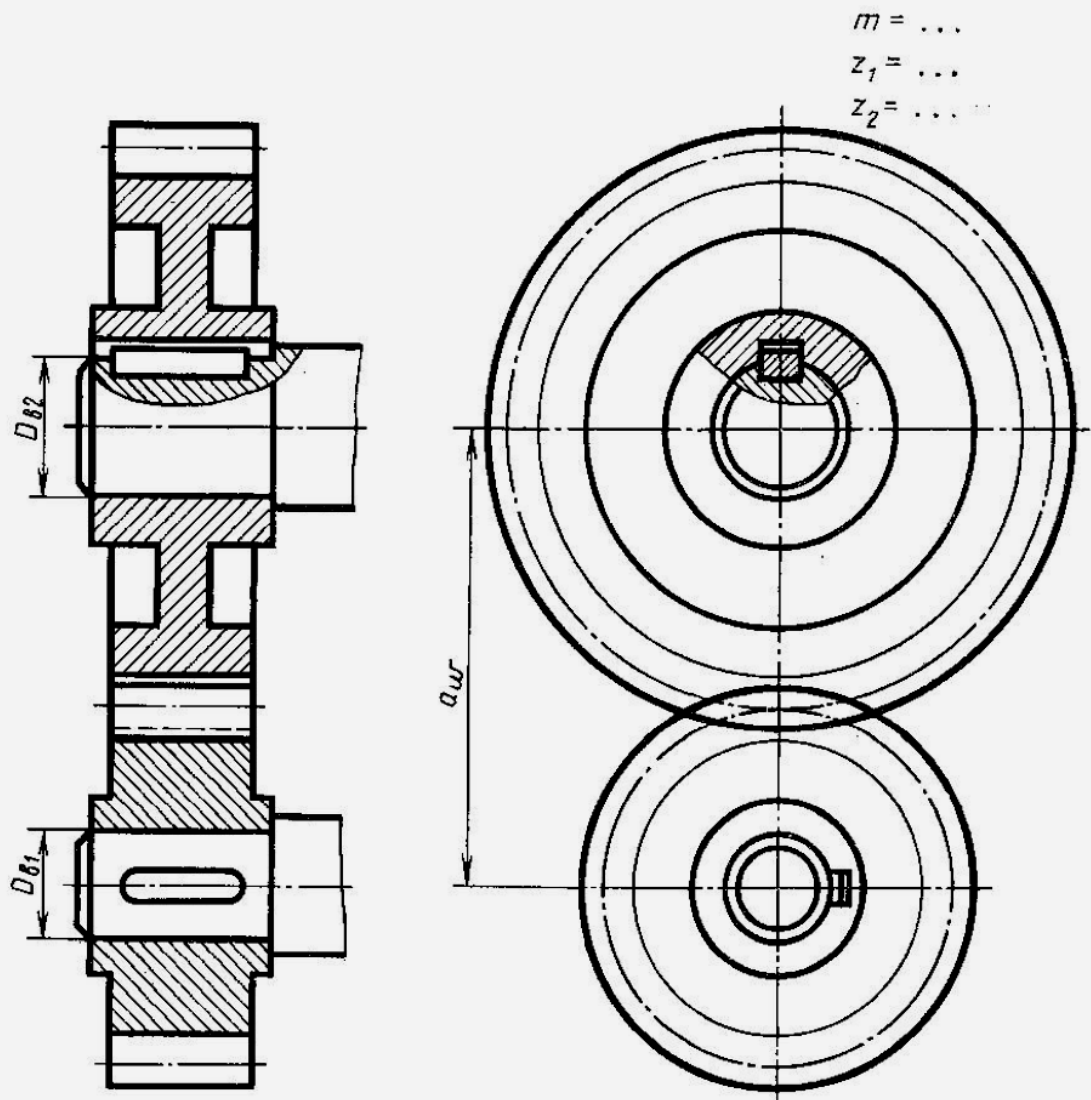
Москва 2014

Задача № 3

Выполнить чертеж цилиндрической зубчатой передачи, рассчитав предварительно параметры в соответствии с формулами, указанными в таблице. Размеры шпонок и пазов определить по ГОСТ 23360-78. Нанести размеры на чертеж.

Методические указания к решению задачи.

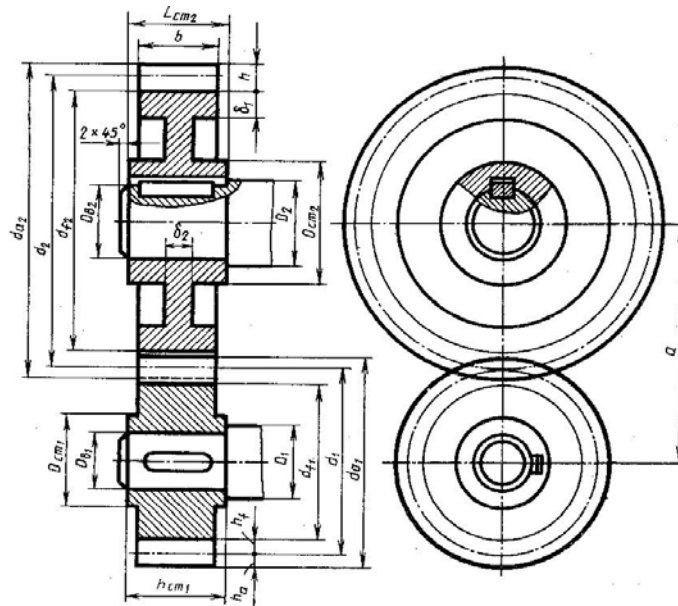
Чертеж выполняется на листе чертежной бумаги, формата А 3 с размерами, соответствующими Вашим расчетам. Второй лист чертежной бумаги, формата А 4 должен содержать таблицу с названиями деталей, формулами расчета и полученных величин. Выполнение рамок на листах обязательное. Масштаб 1: 1. Лист А 3 располагается горизонтально, лист А 4 – вертикально.



№ варианта	m	z_1	z_2	D_{B1}	D_{B2}	№ варианта	m	z_1	z_2	D_{B1}	D_{B2}
1	5	20	25	25	25	9	4	18	30	22	25
2	4	20	40	25	30	10	4	20	36	22	30
3	5	15	32	25	35	11	4	15	35	20	30
4	3	25	40	20	25	12	5	16	30	25	32
5	4	25	35	25	32	13	4	20	32	22	30
6	4	20	34	22	25	14	5	16	30	25	36
7	5	18	30	25	32	15	4	15	35	20	25
8	4	15	35	20	30	16	4	18	35	24	30

№ варианта	m	z_1	z_2	D_{B1}	D_{B2}	№ варианта	m	z_1	z_2	D_{B1}	D_{B2}
17	4	20	36	25	32	24	4	20	35	25	32
18	5	16	30	25	30	25	4	18	35	20	30
19	4	20	30	20	25	26	5	18	32	25	30
20	4	20	34	20	25	27	4	25	30	20	25
21	5	16	28	25	35	28	4	20	36	20	30
22	4	22	36	25	30	29	4	18	38	20	28
23	4	20	38	22	30	30	5	18	26	25	30

Образец выполнения чертежа и таблицы
Все размеры – цифровые величины !



Соотношение размеров элементов цилиндрической зубчатой передачи в зависимости от модуля m , чисел зубьев шестерни z_1 и колеса z_2 и диаметров валов шестерни $D_{в1}$ и колеса $D_{в2}$

Элемент передачи	Обозначение	Размер, мм
Высота головки зуба	h_a	$h_a = m$
Высота ножки зуба	h_f	$h_f = 1,25m$
Высота зуба	h	$h = h_a + h_f = 2,25m$
Делительный диаметр шестерни	d_1	$d_1 = mz$
Диаметр вершин зубьев шестерни	d_{a1}	$d_{a1} = d_1 + 2h_a$
Диаметр впадин шестерни	d_{f1}	$d_{f1} = d_1 - 2h_f$
Длина ступицы шестерни	$L_{ст1}$	$L_{ст1} = 1,5D_{в1}$
Наружный диаметр ступицы шестерни	$D_{ст1}$	$D_{ст1} = 1,6D_{в1}$
Диаметр вала шестерни	D_1	$D_1 = 1,2D_{в1}$
Делительный диаметр колеса	d_2	$d_2 = mz_2$
Диаметр вершин зубьев колеса	d_{a2}	$d_{a2} = d_2 + 2h_a$
Диаметр впадин колеса	d_{f2}	$d_{f2} = d_2 - 2h_f$
Длина ступицы колеса	$L_{ст2}$	$L_{ст2} = 1,5D_{в2}$
Наружный диаметр ступицы колеса	$L_{ст2}$	$L_{ст2} = 1,6D_{в2}$
Диаметр вала колеса	D_2	$D_2 = 1,2D_{в2}$
Ширина зубчатого венца	b	$b = 6...7m$
Толщина обода зубчатого венца	δ_1	$\delta_1 = 2,25m$
Толщина диска	δ_2	$\delta_2 = 1/3b$
Межосевое расстояние	a	$a = 0,5(d_1 + d_2)$