

Министерство образования и молодёжной политики Свердловской области  
Государственное автономное профессиональное  
образовательное учреждение Свердловской области  
«Краснотурьинский индустриальный колледж»  
(ГАПОУ СО «КИК»)

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ПЛАНИРОВАНИЮ И ОРГАНИЗАЦИИ  
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**  
по учебной дисциплине

**ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА**

**для специальности**

**22.02.02 Metallurgy of non-ferrous metals**

Краснотурьинск, 2021 г.

## Пояснительная записка

Данные методические рекомендации предназначены для выполнения внеаудиторных самостоятельных работ по указанным темам в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Техническая механика» для специальности 22.02.02 Металлургия цветных металлов.

Цель разработанных заданий – сформировать прочные представления, умения и навыки, необходимые будущим специалистам в решении производственных задач. Все знания и навыки, полученные студентами при изучении технической механики, найдут применение в процессе изучения специальных дисциплин, а также в практической деятельности на производстве.

Для выполнения каждой работы требуется применение знаний, полученных в ходе аудиторных занятий, навыков и умений, освоенных при выполнении практических заданий, а также умение работать с дополнительной литературой.

Внеаудиторная самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий студентов и проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, справочную и специальную литературу;
- развития познавательных способностей, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности за решение поставленных задач.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия или на консультациях в письменной, устной форме или в виде зачета.

Критериями оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов являются:

- уровень усвоения студентами учебного материала;
- умение студентов использовать полученные знания при самостоятельном выполнении поставленных задач;
- оформление материала в соответствии с требованиями стандартов;
- умение осуществлять взаимосвязь между различными учебными дисциплинами.

**Тематический план по выполнению СРС по учебной дисциплине  
«Техническая механика»**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование разделов и тем</b>	<b>СРС (час)</b>
<b>Раздел I</b>	<b>Теоретическая механика</b>	<b>16</b>
Тема 1.1.	Основные положения и аксиомы статики	2
Тема 1.2.	Плоская система сил	6
Тема 1.3.	Центр тяжести	4
Тема 1.4.	Основные положения кинематики	1
Тема 1.5.	Основные положения и аксиомы динамики	1
Тема 1.6.	Трение, работа и мощность	2
<b>Раздел II</b>	<b>Сопротивление материалов</b>	<b>23</b>
Тема 2.1.	Основные положения сопротивления материалов	2
Тема 2.2.	Растяжение и сжатие	6
Тема 2.3.	Срез и смятие	1
Тема 2.4.	Геометрические характеристики плоских сечений	1
Тема 2.5.	Сдвиг и кручение	4
Тема 2.6.	Изгиб	8
Тема 2.7.	Устойчивость сжатых стержней	1
<b>Раздел III</b>	<b>Детали машин</b>	<b>13</b>
Тема 3.2.	Соединения деталей. Разъемные и неразъемные соединения	5
Тема 3.3.	Передачи вращательного движения	6
Тема 3.4.	Валы и оси опоры валов и осей	2
<b>Всего по дисциплине</b>		<b>52</b>

## Содержание самостоятельной работы студентов

### Раздел 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

#### Часть1. СТАТИКА

#### Тема 1.1 Основные положения и аксиомы статики

##### Виды заданий:

- изучение материала по учебнику и курсу лекций данной темы;
- выполнение упражнений по сложению двух сил.

##### Порядок работы:

- выучить следующие понятия: сила, система сил, равнодействующая сила, линия действия силы, материальная точка, свободное и несвободное тело, связи, реакции связей, точка приложения и направление реакций связи;
- выучить аксиомы статики;
- выполнить упражнение по сложению двух сил, применив правило параллелограмма (аксиома статики).

##### Планируемый результат:

Студент должен:

##### знать:

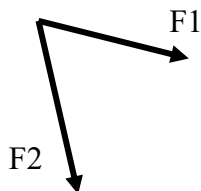
- основные положения статики;
- аксиомы статики;
- понятия: связи, реакции связей, точка приложения и направление реакций связи;

##### уметь:

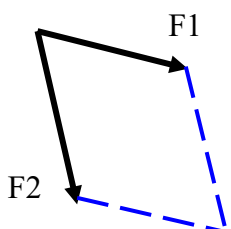
- определять равнодействующую системы двух сил, приложенных в одной точке.

##### *Пример выполнения упражнения по сложению двух сил:*

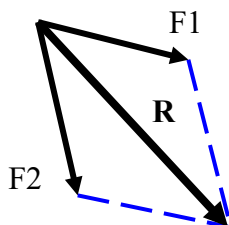
Сложить две силы по правилу параллелограмма и построить равнодействующую.



1. Достаиваем заданные силы до параллелограмма. Для этого из конца вектора  $F_1$  проводим линию параллельную  $F_2$ , из конца вектора  $F_2$  проводим линию параллельную  $F_1$ .



2. Проводим диагональ параллелограмма исходящую из точки пересечения сил  $F_1$  и  $F_2$ .



## Тема 1.2 Плоская система сил

### Виды заданий:

- изучение материала по учебнику и курсу лекций данной темы;
- выполнение упражнений по проецированию вектора на ось;
- выполнение упражнений по определению момента силы относительно точки;
- решение задач по определению реакций в стержнях;
- решение задач по определению реакций в опорах.

### Порядок работы:

- выучить: определение проекции вектора силы на оси координат, формулу для определения величины проекции, правило знаков проекций, аналитический и графический способы сложения сил, аналитическое и графическое условия равновесия плоской системы сходящихся сил;
- выполнить упражнение по проецированию вектора на оси координат;
- решить задачу по определению реакций в стержнях;
- выучить следующие определения: пара сил, плечо, момент силы относительно точки;
- выучить формулу момента, правило знаков, условие равновесия системы пар сил;
- выполнить упражнение по определению момента силы относительно точки, момента пары сил;
- выучить: теорему Пуансо, теорему Вариньона, условия равновесия плоской системы произвольно расположенных сил, виды опор балочных систем и возникающие в них реакции;
- решить задачу по определению реакций в опорах.

### Планируемый результат:

Студент должен:

#### знать:

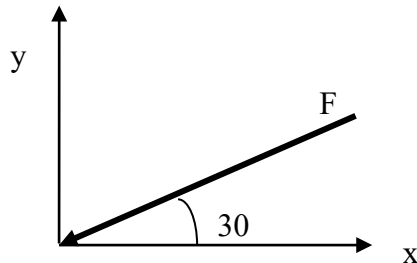
- геометрический и аналитический способы определения равнодействующей силы;
- уравнения равновесия плоской системы сходящихся сил;
- понятия: пара сил, момент силы относительно точки, плечо
- свойства пар сил;
- формулу момента, правило знаков;

- условия равновесия системы пар сил;
- теорему Пуансо о приведении силы к точке;
- теорему Вариньона о моменте равнодействующей;
- уравнения равновесия плоской системы произвольно расположенных сил;

уметь:

- определять реакции в стержневых системах;
- определять реакции в балочных системах.

**Пример выполнения упражнения по проецированию вектора на ось:**



Для проецирования вектора на ось X:

1. Определяем угол между вектором F и осью X. Из рисунка видно, что этот угол равен  $30^\circ$ .
2. По направлению вектора F определяем знак проекции. Так как направление вектора не совпадает с положительным направлением оси X, следовательно, проекция имеет знак « - ».
3. Применив формулу получим:  $F_x = -F \cdot \cos 30^\circ$ .

Для проецирования вектора на ось y:

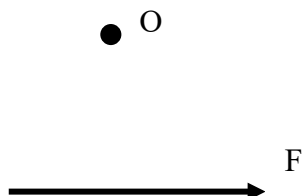
1. Определяем угол между вектором F и осью y. Так как между осями X и Y угол  $90^\circ$ , то между осью Y и вектором F угол равный  $90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$ .
2. По направлению вектора F определяем знак проекции. Так как направление вектора не совпадает с положительным направлением оси Y, следовательно, проекция имеет знак « - ».
3. Применив формулу получим:  $F_y = -F \cdot \cos 60^\circ$ .

**Последовательность решения задач по определению реакций в стержнях:**

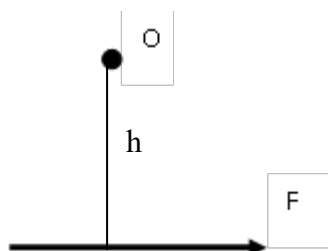
1. Указать в стержнях неизвестные реакции.
2. Поместить полученную систему сил в систему координат.
3. Указать все углы между осями x и y и силами.
4. Составить уравнения равновесия  $\Sigma X = 0$ ;  $\Sigma Y = 0$ .
5. Решить полученные уравнения и найти неизвестные реакции.

**Пример выполнения упражнения по определению момента силы относительно точки и момента пары сил:**

Определить момент, создаваемый силой F относительно точки «О» в Н·мм, если  $F=15\text{Н}$ .

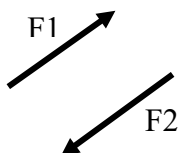


1. Построить плечо силы  $F$  относительно точки «О». Для этого опускаем перпендикуляр из точки «О» на линию действия силы  $F$ .

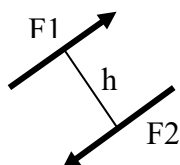


2. Замеряем плечо  $h$  линейкой в мм,  $h = 25$  мм.
3. Для определения знака момента вращаем силу  $F$  вокруг точки «О». Так как сила  $F$  вращается против часовой стрелки, то возникающий момент - отрицательный.
4. Применив формулу  $m = F \cdot h$  получим:  $m = - 15 \cdot 25 = - 375$  Н·мм.

*Определить момент пары сил, если  $|F1| = |F2| = 30$  Н:*



1. Построить плечо. Для этого провести перпендикуляр между линиями действия сил.



2. Измерить плечо  $h$  линейкой в мм.  $h = 15$  мм.
3. Определить направление вращения пары сил, так как пара сил вращается по часовой стрелке, то возникающий момент положительный.
4. Применив формулу  $m = F \cdot h$  получим:  $m = 30 \cdot 15 = 450$  Н·мм.

*Последовательность решения задач по определению реакций в опорах:*

1. Заменить распределенную нагрузку сосредоточенной силой.
2. Указать неизвестные реакции в опорах.
3. Составить и решить уравнения равновесия  $\Sigma M_A = 0$ ,  $\Sigma M_B = 0$ ,  $\Sigma X = 0$ .
4. Выполнить проверку, для этого составить уравнения равновесия  $\Sigma Y = 0$ .

### Тема 1.3 Центр тяжести

**Виды заданий:**

- изучение материала по учебнику и курсу лекций данной темы;
- решение задач;
- подготовка к ролевой игре по разделу «Статика».

**Порядок работы:**

- выучить: методы определения центра тяжести, формулы для определения центра тяжести плоских фигур;
- решить задачу;
- повторить учебный материал по разделу «Статика» (основные понятия, аксиомы, формулы, уравнения равновесия).

**Планируемый результат:**

Студент должен:

**знать:**

- методы для определения центра тяжести тела;
- формулы для определения положения центра тяжести плоских фигур;

**уметь:**

- определять положение центра тяжести плоских фигур, сложной формы.

*Последовательность решения задач по определению центра тяжести плоских фигур сложной формы:*

1. Поместить фигуру в систему координат.
2. Разделить фигуру на элементарные части.
3. Определить положение центров тяжести и площади каждой элементарной фигуры.
4. Вычислить положение центра тяжести сложной фигуры по формулам:

$$x_c = \frac{\sum A_i \cdot x_i}{\sum A_i}; y_c = \frac{\sum A_i \cdot y_i}{\sum A_i}$$

**Часть 2. КИНЕМАТИКА****Тема 1.4. Основные положения кинематики****Виды заданий:**

- изучение материала по учебнику и курсу лекций данной темы.

**Порядок работы:**

- выучить определения и единицы измерения следующих параметров: расстояние, траектория, скорость, ускорение;
- выучить: виды поступательного и вращательного движения твердого тела.

**Планируемый результат:**

Студент должен:

**знать:**

- определения и единицы измерения следующих параметров: расстояние, траектория, скорость, ускорение;
- различные виды поступательного и вращательного движения твердого тела.



### Часть 3. ДИНАМИКА

#### Тема 1.5. Основные положения и аксиомы динамики

*Самостоятельная работа предполагает изучение теоретического материала по данной теме.*

**Виды заданий:**

- изучение материала по учебнику и курсу лекций данной темы

**Порядок работы:**

- выучить: основные понятия, аксиомы динамики, метод Даламбера.

**Планируемый результат:**

Студент должен:

**знать:**

- понятия инертность, масса тела;
- аксиомы динамики;
- основные задачи динамики;
- метод Даламбера (кинетостатики).

#### Тема 1.6. Трение, работа и мощность

**Виды заданий:**

- изучение материала по учебнику и курсу лекций данной темы
- решение задач

**Порядок работы:**

- выучить: формулы для определения работы и мощности при поступательном и вращательном движениях, формулы для определения коэффициента полезного действия;
- выучить: законы трения, формулу для определения силы трения;
- решить задачу.

**Планируемый результат:**

Студент должен:

**знать:**

- понятия работа и мощность, единицы измерения;
- формулы для определения работы и мощности при поступательном и вращательном движениях, формулы для определения КПД;

**уметь:**

- определять работу и мощность с учетом КПД и потерь на трение.

*Рекомендации по решению задач раздела «Динамика»:*

1. Внимательно прочитайте условие задачи.
2. Кратко запишите условие задачи.

3. Переведите все заданные численные значения величин в систему СИ.
4. Определите алгоритм решения. Для этого наметьте логическую цепочку связей, имеющих место в условиях данной задачи.
5. На основе построенного алгоритма запишите цепочку соотношений и формул, позволяющих связать искомые и известные величины.
6. Подставьте в полученное вами общее решение, численные значения величин, выраженные в одной и той же системе единиц, и произведите вычисления с учетом правил приближенных вычислений.
7. Оцените реальность полученного ответа.

## **Раздел 2. СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ**

### **Тема 2.1. Основные положения сопротивления материалов**

#### **Виды заданий:**

- изучение материала по учебнику и курсу лекций данной темы.

#### **Порядок работы:**

- выучить: понятия прочность, жесткость, устойчивость, деформация, упругие и пластические деформации, внутренние силовые факторы, основные виды деформации, сущность метода сечений, понятие напряжение.

#### **Планируемый результат:**

Студент должен:

##### **знать:**

- понятия прочность, жесткость, устойчивость, деформация, упругие и пластические деформации, внутренние силовые факторы, основные виды деформации, сущность метода сечений, понятие напряжение, единицы измерения напряжений.

### **Тема 2.2. Растяжение и сжатие**

#### **Виды заданий:**

- изучение материала по учебнику и курсу лекций данной темы;
- решение задач

#### **Порядок работы:**

- выучить: формулы для расчета напряжений и перемещений при растяжении и сжатии, условие прочности, три формы расчетов на прочность;
- решить задачу по построению эпюр продольных сил, нормальных напряжений и определению изменения длины стержня.

#### **Планируемый результат:**

Студент должен:

##### **знать:**

- закон Гука;
- формулы для расчета напряжений и перемещений;
- методы испытания материалов при растяжении и сжатии, механические характеристики материалов;

- правила построения эпюр продольных сил и нормальных напряжений;

- условие прочности и три формы расчета на прочность при растяжении и сжатии;

##### **уметь:**

- проводить расчеты на прочность и жесткость статически определимых брусьев при растяжении и сжатии;
- строить эпюры продольных сил и нормальных напряжений.

**Последовательность решения задач по построению эпюр продольных сил, нормальных напряжений и определению изменения длины стержня:**

1. Разделить стержень на участки по характерным точкам.
2. Определить продольную силу  $N$  на каждом участке, для этого внутри каждого участка провести сечение, мысленно отбросить ту часть, которая содержит жесткую заделку, а для оставшейся части составить уравнение равновесия вида  $\Sigma X = 0$ .
3. По полученным значениям построить эпюру продольных сил  $N$ .
4. Для каждого участка определить величину возникающих нормальных напряжений  $\sigma$ .
5. По полученным значениям построить эпюру  $\sigma$ .
6. Определить изменение длины каждого участка стержня по формуле
 
$$\Delta l_i = \frac{N \cdot l}{E \cdot A}.$$
7. Определить суммарное изменение длины стержня по формуле
 
$$\Delta l = \Delta l_1 + \Delta l_2 + \Delta l_3 \dots$$

### Тема 2.3 Срез и смятие

#### Виды заданий:

- изучение материала по учебнику и курсу лекций данной темы;
- решение задач по расчету на срез и смятие.

#### Порядок работы:

- выучить: понятие срез, условие прочности элементов, работающих на срез;
- выучить: понятие смятие, условие прочности элементов, работающих на смятие,

#### Планируемый результат:

Студент должен:

##### знать:

- внутренние силовые факторы и напряжения при срезе и смятии;
- формулы для определения напряжений при срезе и смятии;
- условия прочности при срезе и смятии;
- основные допущения при расчетах на срез и смятие;

##### уметь:

- выполнять расчеты на срез и смятие.

### Тема 2.4. Геометрические характеристики плоских сечений

#### Виды заданий:

- изучение материала по учебнику и курсу лекций данной темы

#### Порядок работы:

- выучить: формулы для определения статического момента сечения, осевого и полярного моментов инерции, осевого и полярного моментов сопротивления простейших сечений.

**Планируемый результат:**

Студент должен:

**знать:**

- формулы для определения статического момента сечения, осевого и полярного моментов инерции, осевого и полярного моментов сопротивления для круглого и прямоугольного сечений.

**Тема 2.5. Сдвиг и кручение****Виды заданий:**

- изучение материала по учебнику и курсу лекций данной темы;
- решение задач.

**Порядок работы:**

- выучить: понятия угол закручивания, угол сдвига, формулы для расчета напряжений в поперечном сечении бруса, условия прочности и жесткости, закон Гука при сдвиге, три формы расчета на прочность и жесткость при кручении;
- решить задачу.

**Планируемый результат:**

Студент должен:

**знать:**

- понятия угол закручивания и угол сдвига;
- формулы для расчета касательных напряжений  $\tau$  и угла закручивания  $\varphi$  в поперечных сечениях бруса;
- условия прочности и жесткости, три формы расчета на прочность и жесткость;
- закон Гука при сдвиге;

**уметь:**

- строить эпюры крутящих моментов;
- выполнять расчеты на прочность для бруса круглого поперечного сечения.

*Последовательность решения задач по выполнению проектного расчета при кручении:*

1. Разделить вал на участки по характерным точкам.
2. На каждом участке определить величину внутреннего силового фактора  $M_{кр}$  с помощью метода сечений.
3. По полученным значениям построить эпюру крутящих моментов.
4. Определить диаметр каждого из участков вала исходя из условия

*прочности по формуле:* 
$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{кр}}{0,2[\tau]}}$$

**Тема 2.6. Изгиб****Виды заданий:**

- изучение материала по учебнику и курсу лекций данной темы
- решение задач

**Порядок работы:**

- выучить: внутренние силовые факторы при изгибе, правило знаков для поперечных сил и изгибающих моментов, дифференциальные зависимости при изгибе;

- решить задачу по построению эпюр поперечных сил и изгибающих моментов;
- выучить условие прочности, три формы расчета на прочность, условие жесткости, три формы расчета на жесткость, формулы для определения линейных и угловых перемещений при изгибе;
- решить задачу по выполнению расчета на прочность при изгибе.

#### **Планируемый результат:**

Студент должен:

##### **знать:**

- внутренние силовые факторы при изгибе, правило знаков поперечных сил и изгибающих моментов
- порядок построения и контроля эпюр поперечных сил и изгибающих моментов;
- условия прочности и жесткости;

##### **уметь:**

- строить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов, выполнять расчеты на прочность при изгибе.

#### ***Последовательность решения задач по выполнению проектного расчета из условия прочности:***

1. Определить реакции в опорах (для двухопорных балок).
2. Разделить балку на участки по характерным точкам.
3. Определить поперечную силу  $Q$  для каждой характерной точки.
4. По полученным значениям построить эпюру  $Q$ .
5. Определить изгибающий момент для каждой характерной точки.
6. По полученным значениям построить эпюру изгибающих моментов.
7. Определить самое максимальное (по модулю) значение изгибающего момента на эпюре.
8. Определить осевой момент сопротивления для максимального значения изгибающего момента по формуле  $W_x = \frac{|M_{\max}|}{[\sigma]}$ .
9. По полученному значению  $W_x$  подобрать номер профиля в соответствии с заданием.

## **Тема 2.7 Устойчивость сжатых стержней**

#### **Виды заданий:**

- изучение материала по учебнику и курсу лекций данной темы

#### **Порядок работы:**

- выучить: понятие устойчивость, понятие критическая сила, формулу Эйлера условие устойчивости сжатых стержней,

#### **Планируемый результат:**

Студент должен:

##### **знать:**

- формулу Эйлера для расчета критической силы.
- условие устойчивости сжатых стержней;

## Раздел 3. ДЕТАЛИ МАШИН

### Тема 3.2. Соединения деталей. Разъемные и неразъемные соединения

#### Виды заданий:

- изучение материала по учебнику и курсу лекций данной темы
- решение задач

#### Порядок работы:

- выучить: основные типы сварных соединений, формулы по расчету на прочность при осевом нагружении, способы получения соединений с натягом, основы расчета на прочность, виды шпоночных соединений, методику расчета шпоночных соединений, виды шлицевых соединений, расчет на смятие и износ;
- решить задачу по подбору и расчету на прочность шпоночного соединения.

#### Планируемый результат:

Студент должен:

##### знать:

- основные типы сварных соединений и расчет на прочность при осевом нагружении соединяемых деталей;
- основные случаи применения и способы получения соединений с натягом, основы расчета на прочность;
- виды шпоночных соединений, правила подбора шпонок, формулы для расчета на прочность;
- виды шлицевых соединений, основы расчета на смятие и износ;

##### уметь:

- выполнять подбор и расчет на прочность шпоночных соединений.

#### *Последовательность решения задач по подбору и расчету шпоночного соединения:*

1. В зависимости от диаметра вала выбрать размер призматической шпонки по ГОСТ 23360 -78;
2. В зависимости от длины ступицы выбрать длину шпонки, согласовать полученную длину со стандартом;
3. Проверить шпонку на смятие по формуле:  $\sigma_{см} = \frac{2 \cdot M}{d \cdot A_{см}} \leq [\sigma_{см}]$
4. Проверить шпонку по напряжениям среза по формуле:  $\tau_{ср} = \frac{2 \cdot M}{d \cdot A_{ср}} \leq [\tau_{ср}]$
5. Сделать вывод о пригодности шпонки.

### Тема 3.3. Передачи вращательного движения

#### Виды заданий:

- изучение материала по учебнику и курсу лекций данной темы;
- решение задач;
- выполнение реферата или презентации по одной из тем: «Планетарные передачи», «Винтовые передачи»;

- выполнение упражнений по чтению кинематических схем и определению параметров передачи.

#### **Порядок работы:**

- выучить: назначение, классификацию и кинематические характеристики передач;
- выучить принцип работы, разновидности, условие работоспособности и кинематическую схему фрикционных передач;
- выучить классификацию зубчатых передач, основные характеристики зубчатого зацепления, усилия в зацеплении и кинематическую схему;
- решить задачу по расчету параметров зубчатой передачи;
- выучить конструкцию и разновидности червячных передач, материалы червячной пары, усилия в зацеплении и кинематическую схему;
- выучить конструкцию и разновидности ременной передачи, усилия в передаче и кинематическую схему;
- выучить конструкцию и разновидности цепных передач, кинематическую схему;
- изучить особенности конструкции и разновидности планетарных и винтовых передач, подготовить реферат по одной из тем.

#### **Планируемый результат:**

Студент должен:

##### **знать:**

- устройство, принцип работы, классификацию, усилия в передаче и кинематические схемы фрикционной, зубчатой, червячной, ременной и цепной передач.

- методику расчета параметров зубчатой передачи;

##### **уметь:**

- выполнять расчет параметров зубчатой передачи.

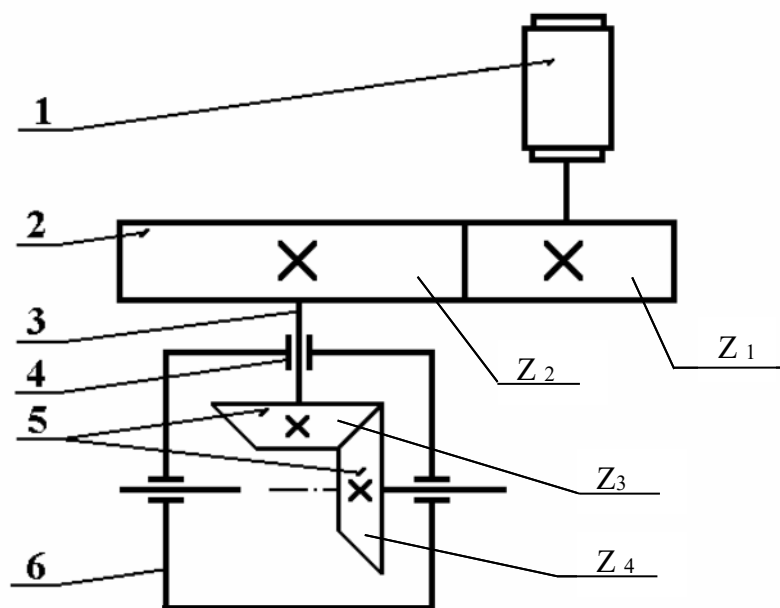
#### **Последовательность решения задач по расчету параметров зубчатой передачи:**

1. Определить частоту вращения тихоходного вала по формуле:  $n_2 = \frac{n_1}{u}$ ;
2. Определить угловые скорости и вращающие моменты на валах по формулам:  $\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}$ ,  $T = \frac{P}{\omega}$ ;
3. Определить допускаемое контактное напряжение по формуле:  $[\sigma_H] = \frac{\sigma_{H0}}{[S_H]}$ ;  
;
4. Определить межосевое расстояние по формуле:  $a_w = k_a(u+1) \sqrt[3]{\frac{T_2 \cdot 1000 \cdot k_{HB}}{[\sigma_H]^2 \cdot u^2 \cdot \psi_{ba}}}$ ;
5. Определить модуль зубьев из соотношения:  $m = (0.01 \div 0.02) \cdot a_w$ , из полученного интервала выбрать стандартный модуль;
6. Определить суммарное число зубьев по формуле:  $z_\Sigma = \frac{2 \cdot a_w}{m}$ ;
7. Определить число зубьев шестерни и колеса по формулам:  $z_1 = \frac{z_\Sigma}{u+1}$ ,  
 $z_2 = z_\Sigma - z_1$ ;

8. Определить делительные диаметры, диаметры вершин и впадин колеса и шестерни по формулам:  $d = m \cdot z$ ,  $d_a = d + 2m$ ,  $d_f = d - 2,5m$ ;
9. Определить ширину зубчатого венца колеса и шестерни по формулам:  
 $b_2 = \Psi_{ea} \cdot a_w$   
 $b_1 = b_2 + (2...4)$

**Пример выполнения упражнения по чтению кинематических схем:**

Для заданной кинематической схемы назвать все элементы, изображенные на схеме, определить общее передаточное число, если:  
 $Z_1 = 17$ ,  $Z_2 = 42$ ,  $Z_3 = Z_4 = 25$ .



1. Двигатель
2. Цилиндрическая зубчатая передача
3. Вал
4. Подшипник
5. Коническая зубчатая передача
6. Корпус.

$$u_1 = Z_2/Z_1 = 42/17 = 2,47; \quad u_2 = Z_4/Z_3 = 25/25 = 1; \quad u_{\text{общ}} = u_1 \cdot u_2 = 2,47 \cdot 1 = 2,47$$

**Рекомендации по работе студентов над рефератом:**

#### **Структура реферата**

В реферате можно выделить три части: введение, основную часть и заключение.

Во введении обосновывают выбор темы, дают краткую характеристику источников; раскрывают цели и задачи реферата.

В основной части реферата кратко передают содержание исходных текстов. Материал излагают по разделам, каждый из которых раскрывает свою проблему или разные стороны одной проблемы. Здесь указывают пути и методы решения этих



проблем, достигнутые результаты, отмечают наличие разных точек зрения на проблему и сопровождают изложенное графиками, рисунками, диаграммами и т.д. Материал раздела можно разбить на смысловые блоки.

В заключение автор делает собственные выводы по изученной проблеме, ее актуальности, о перспективах развития исследования. Заключение должно быть четким, кратким, вытекающим из содержания основной части.

#### ***Оформление реферата***

К оформлению реферата предъявляются следующие требования: наличие титульного листа, плана работы (оглавления), блока главной информации и перечня использованной литературы. Перечень использованной литературы приводят в конце реферата. Рефераты могут быть написаны от руки, а также напечатаны на компьютере.

***Объем реферата*** жестко не регламентируется, поскольку он зависит как от содержания анализируемых книг, так и от их числа.

#### ***Язык реферата***

Основными чертами научного стиля речи являются точность словоупотребления, логичность и доказательность изложения, беспристрастность в передаче материала, а также использование принятой в механике терминологии.

#### ***Оценка реферата***

При оценке рефератов учитываются следующие отдельные компоненты и особенности работы:

- актуальность проблемы;
- соответствие структуре реферата;
- глубина и полнота раскрытия темы;
- правильность передачи содержания первоисточников;
- логичность изложения;
- наличие четкого плана и примеров;
- качество оформления (рисунки, графики и др.);
- наличие списка литературы;
- грамотность;
- выражение своего мнения по проблеме.

### **Тема 3.4. Валы и оси, опоры валов и осей**

#### **Виды заданий:**

- изучение материала по учебнику и курсу лекций данной темы
- решение задач

#### **Порядок работы:**

- выучить: назначение опор валов и осей, конструкцию, классификацию, маркировку подшипников качения, условия подбора подшипников качения;
- решить задачу по подбору подшипника качения.

#### **Планируемый результат:**

Студент должен:

##### **знать:**

– назначение, конструкцию, классификацию, маркировку подшипников качения, условия подбора;

##### **уметь:**

- выполнять расчет по подбору подшипников качения.

#### ***Последовательность решения задач по подбору подшипников качения:***

1. По диаметру вала  $d$  выбрать подшипник по ГОСТ 8338-75.

2. Определить величину радиальной силы  $F_r$  по формуле:  $F_r = F_t \cdot 0,364$ ;

3. Определить реакции опор в вертикальной плоскости по формуле:

$$R_{ya} = R_{ye} = \frac{F_r}{2} ;$$

4. Определить реакции опор в горизонтальной плоскости по формуле:

$$R_{xa} = R_{xe} = \frac{F_t}{2} ;$$

5. Определить полные реакции подшипников по формуле:

$$R_a = R_e = \sqrt{R_{ya}^2 + R_{xa}^2} ;$$

6. Определить эквивалентную нагрузку по формуле:  $P_{\vartheta} = V \cdot R \cdot K_{\sigma} \cdot K_t$ ;

7. Определить расчетную долговечность подшипников по формуле:

$$L_h = \frac{10^6}{60 \cdot n} \left( \frac{C}{P_{\vartheta}} \right)^3$$

## Список литературы

### Основные источники:

1. Сафонова, Г.Г. Техническая механика / Г.Г. Сафонова, Т.Ю. Артюховская, Д.А.Ермаков. – М.: ИНФРА-М, 2012. – 320с.
2. Эрдеди, А.А. Детали машин. / А.А. Эрдеди, Н.А.Эрдеди. – М.: Издательство «Академия», 2012. – 288 с.

### Дополнительные источники:

1. Вереина, Л.И. Техническая механика / Л.И. Вереина, М.М. Краснов. – М.: Издательство «Академия», 2004. – 288 с.
2. Мовнин, М.С. Основы технической механики / М.С. Мовнин, А.Б. Израелит, А.Г. Рубашкин. – М: Политехника, 2011. – 350 с.
3. Олофинская, В.П. Техническая механика: Курс лекций с вариантами практических и тестовых заданий: учеб. пособ. / В.П.Олофинская. – 3-е изд., испр. – М.:ФОРУМ, 2012. – 352 с.
4. Олофинская, В.П. Детали машин. Краткий курс и тестовые задания: Учеб. пособ. / В.П.Олофинская. – М.:ФОРУМ: ИНФРА-М, 2006