

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет  
им. Г. И. Носова»  
Многопрофильный колледж



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ  
ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ**

**по учебной дисциплине  
ОП.02 Техническая механика  
для студентов  
22.02.01 Металлургия черных металлов  
базовой подготовки**

Магнитогорск, 2017

**ОДОБРЕНО**

Предметно-цикловой комиссией  
Металлургии черных металлов  
Председатель: И.В. Решетова  
Протокол №7 от 14 марта 2017 г.

Методической комиссией

Протокол №4 от 23 марта 2017 г.

**Составитель:**

преподаватель ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» Многопрофильный  
колледж Валерия Вячеславовна Радомская

Методические указания по самостоятельной работе разработаны  
на основе рабочей программы учебной дисциплины «Техническая  
механика»

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

К современному специалисту общество предъявляет широкий перечень требований, среди которых важное значение имеет наличие определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через организацию самостоятельной работы. Процесс самостоятельной работы позволяет проявиться индивидуальным способностям личности. Только через самостоятельную работу обучающийся может стать высококвалифицированным компетентным специалистом, способным к постоянному профессиональному росту.

Задачи самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- формирование умений поиска информации в различных источниках;
- развитие познавательных способностей и активности: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на семинарах, на практических и лабораторных занятиях, при написании проектной работы, для эффективной подготовки к итоговым зачетам и экзаменам и последующего освоения программы подготовки специалистов среднего звена.

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий и предполагает активную роль обучающегося в ее планировании, осуществлении и контроле.

Самостоятельная работа является обязательной для каждого обучающегося. Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами обучающихся в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений обучающихся.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия и внеаудиторную самостоятельную работу

обучающихся по учебной дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме, с представлением изделия или продукта творческой деятельности.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы могут быть использованы проверка выполненной работы преподавателем, тестирование, консультации, зачет.

Критериями оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы являются:

- уровень освоения учебного материала (предметных результатов);
- умение использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- сформированность универсальных учебных действий;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление материала в соответствии с требованиями.

### ***Общие критерии оценки самостоятельной работы***

Самостоятельная работа студентов оценивается согласно следующим критериям:

Оценка «5» выставляется студенту, если:

- содержание работы соответствует заданной тематике, студент показывает системные и полные знания и умения по данному вопросу;
- работа оформлена в соответствии с рекомендациями преподавателя;
- объем работы соответствует заданному;
- работа выполнена точно в срок, указанный преподавателем.

Оценка «4» выставляется студенту, если:

- содержание работы соответствует заданной тематике;
- студент допускает небольшие неточности или некоторые ошибки в данном вопросе;
- в оформлении работы допущены неточности;
- объем работы соответствует заданному или незначительно меньше;
- работа сдана в срок, указанный преподавателем, или позже, но не более чем на 1-2 дня.

Оценка «3» выставляется студенту, если:

- содержание работы соответствует заданной тематике, но в работе отсутствуют значительные элементы по содержанию работы или материал по теме изложен нелогично, нечетко представлено основное содержание вопроса;
- работа оформлена с ошибками в оформлении;
- объем работы значительно меньше заданного;
- работа сдана с опозданием в сроках на 5-6 дней.

Оценка «2» выставляется студенту, если:

- не раскрыта основная тема работы;
- оформление работы не соответствует требованиям преподавателя;
- объем работы не соответствует заданному;
- работа сдана с опозданием в сроках больше чем 7 дней.

# ВИДЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ВНЕАУДИТОРНОЙ РАБОТЫ

## Тема 1.4. Плоская система произвольно расположенных сил

Расчетно-графическая работа по вариантам

**Цель:** иметь представление о видах опор балочных систем и возникающих в них реакциях. Знать формы уравнений равновесия плоской системы произвольно расположенных сил и уметь их использовать для определения реакций для балки с шарнирными опорами.

**Рекомендации по выполнению задания:** Изображаем на схеме неизвестные реакции опор.

Оформление всех самостоятельных работ на листах формата А4.

Титульный лист:

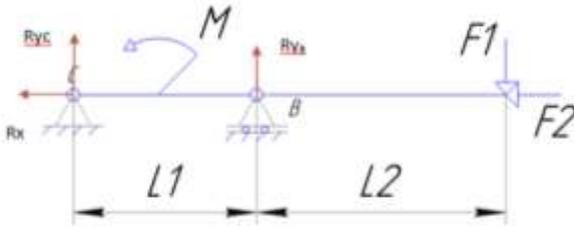
Университет образования и науки Тульской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тульский государственный университет имени Г. И. Довганя»  
Центральный институт повышения квалификации  
Центральный институт

Расчетно-графическая работа

№ \_\_\_\_\_

Выполнено: Иван И.И., 15.05.2017  
Проверено: Гаврилов В.В.

Сентябрь, 2017



1. Составляем уравнения равновесия моментов относительно точки

$$B \sum M_B = F1 \cdot 4 - M + R_{yC} \cdot 2 = 0,$$

$$C \sum M_C = -R_{yB} \cdot 2 - M + F1 \cdot 6 = 0$$

и сумму проекций на ось x

$$\sum F_x = R_x - F_2 = 0$$

2. выражаем неизвестные из полученных уравнений

$$R_{yC} = \frac{-F1 \cdot 4 + M}{2},$$

$$R_{yB} = \frac{F1 \cdot 6 - M}{2},$$

$$R_x = F_2.$$

Если в результате реакция опоры получается отрицательной то на схеме нужно направить эту реакцию в противоположную сторону. Тогда в ответ запишем положительное значение.

### Форма контроля:

Проверка преподавателем.

Защита перед аудиторией своей работы.

### Критерии оценки:

Оценка 3 – Реакции опор указаны на схеме правильно, одна из реакций верно посчитана.

Оценка 4 – Реакции опор указаны на схеме правильно, две реакции опоры посчитаны верно.

Оценка 5 – Реакции опор указаны на схеме верно, все три посчитаны правильно.

**Задание:** №1 Определить величины реакций в шарнирах двух опорной балки. Проверить правильность решения.

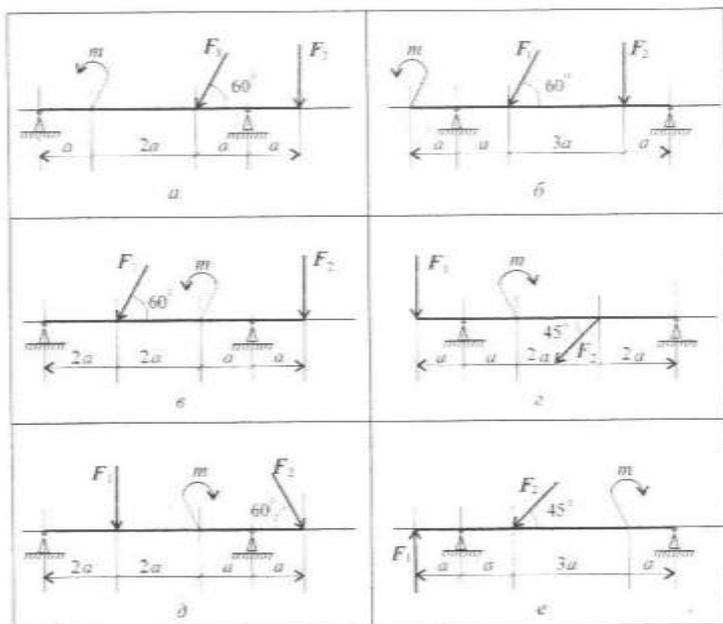


Рис. 4.5

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$F_1$ , кН	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
$F_2$ , кН	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5
$m$ , кН*м	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5
$a$ , м	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

### Вопросы самоконтроля

1. Сила – мера \_\_\_\_\_ взаимодействия материальных тел между собой.
2. уравновешенной системой сил называется такая система, которая, будучи приложенной к телу, \_\_\_\_\_ его состояния.
3. Связанные тела – тела, перемещение которых \_\_\_\_\_ другими телами.
4. Реакция связи всегда направлена с той стороны, куда \_\_\_\_\_ перемещаться.

## Тема 1.5 Центр тяжести

### Расчетно-графическая работа

**Цель:** в результате выполнения работы студент должен знать методы определения центра тяжести тела и формулы для определения положения центра тяжести плоских фигур. Уметь определять положение центра тяжести сложных геометрических фигур и фигур, составленных из стандартных профилей.

#### Рекомендации по выполнению

1. Изображаем на схеме габаритные размеры каждой фигуры. Размеры полосы указаны в условии задачи, размеры стандартных профилей берем по номеру профиля из таблицы ГОСТ b и h. Проверяем единицы измерения, они должны все быть одинаковыми.

2. Определяем положение центра тяжести каждой фигуры. Центр тяжести полосы лежит также как и у прямоугольника на пересечении его диагоналей. Центры тяжести профилей двутавра, швеллера и уголка указаны в таблице ГОСТ.

3. Определяем площади фигур.

Площадь полосы находим по формуле  $A = b \times h$ , двутавр, швеллер и уголок находим в таблице ГОСТ.

4. Заполнить таблицу своими значениями.

	Фигура 1	Фигура 2	Фигура 3	Фигура 4
Площадь, A				
Координата, x				
Координата, y				

5. Из таблицы подставляем значения в формулу для определения общего центра тяжести

$$X_c = \frac{A_1 \times x_1 + A_2 \times x_2 + A_3 \times x_3 + A_4 \times x_4}{A_1 + A_2 + A_3 + A_4}$$

$$y_c = \frac{A_1 \times y_1 + A_2 \times y_2 + A_3 \times y_3 + A_4 \times y_4}{A_1 + A_2 + A_3 + A_4}$$

6. Отметить центр тяжести составного сечения на рисунке по рассчитанным значениям.

Ответ:  $x_c =$  ;  $y_c =$  .

### Форма контроля:

Проверка преподавателем.

Защита перед аудиторией своей работы.

### Критерии оценки:

Оценка 3 – Таблица заполнена верно, единицы измерения одинаковы более чем 50%.

Оценка 4 – Таблица заполнено верно, все единицы измерения одинаковы.

Оценка 5 – Общий центр тяжести посчитан и указан на схеме верно.

**Задание:** №2 Определить положение центра тяжести сечения, составленного из стандартных профилей.

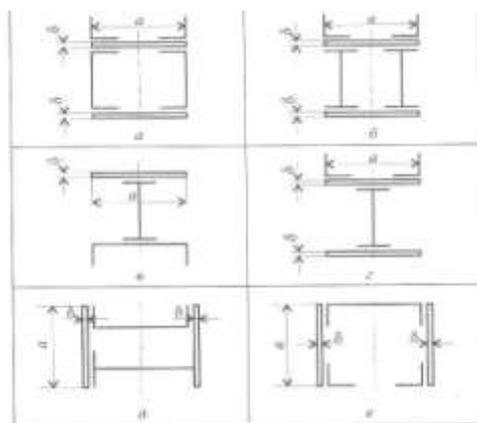


Рис. 5.2

Профиль	Высота									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
№ швеллера	18	18а	20	20а	22	22а	24	24а	27	30
№ ступенки	18	18а	20	20а	22	22а	24	24а	27	30
№ уголка	8	8	9	9	10	10	11	11	12,5	14
а, мм	180	200	200	220	220	240	240	260	270	300
б, мм	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6

### Вопросы самоконтроля

1. Проговорить названия стандартных профилей проката.

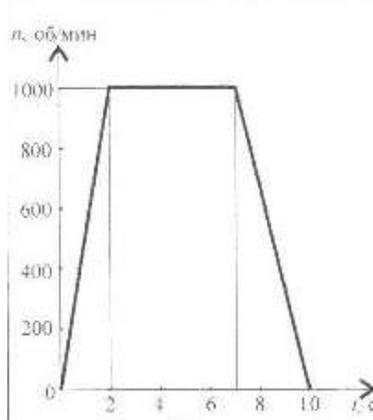
2. Проговорить где находятся центры тяжести у простых фигур.
3. Написать уравнения для нахождения координат общего центра тяжести.

## Тема 2.2. Простейшие движения твердого тела.

### Решение задачи по вариантам

**Цель:** иметь представление о поступательном и вращательном движениях твердого тела и их параметрах. Знать способы задания движения. Знать обозначения, единицы измерения, взаимосвязь кинематических параметров движения. Уметь определять кинематические параметры движения.

### Рекомендации по выполнению



По заданному графику следует рассмотреть 3 участка движения. Первый участок – разгон из состояния покоя (равноускоренное движение).

Уравнение движения задано по формуле

$$\varphi = \varphi_0 + \omega_0 \cdot t + (\varepsilon \cdot t^2) / 2$$

В данном случае  $\varphi_0 = 0$ ,  $\omega_0 = 0$

Следовательно  $\varphi = (\varepsilon \cdot t^2) / 2$

Откуда  $\varepsilon = (2\varphi) / t^2$

Тело из состояния покоя сделало 1000 оборотов за 2 секунды, один оборот равен  $2\pi$  радиан. Следовательно  $\varphi = 2000\pi$  радиан.

Тогда можем определить значение углового ускорения  $\varepsilon = (2 \cdot 2000\pi) / t^2 = 3140 \text{ рад/с}^2$ .

Полное число оборотов на первом участке равно  $z = \varphi / 2\pi = 2000\pi / 2\pi = 1000$  оборотов.

Угловая скорость равна  $\omega = (2\pi \cdot n) / 60 = 2\pi \cdot 1000 / 60 = 104,7 \text{ рад/с}$ .

В ответе указываем значения на всех трех участках и полный угол поворота и число оборотов.

**Форма контроля:**

Проверка преподавателем.

Защита перед аудиторией своей работы.

**Критерии оценки:**

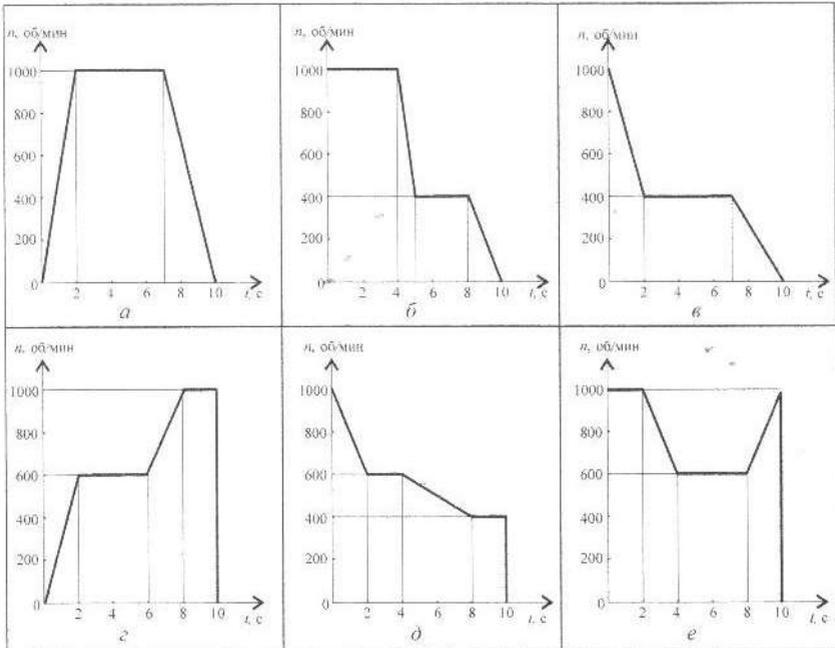
3 – все три участка правильно заданы уравнения движения и посчитан угол поворота.

4 – для каждого участка верно рассчитаны угловая скорость, угловое ускорение и число оборотов.

5 – определен полный угол поворота и полное число оборотов шкива.

**Задание:** №3 Определить вид движения на каждом участке, записать закон движения на каждом участке. Определить полный угол поворота за время движения и полное число оборотов шкива за это время. Определить угловую скорость, нормальное ускорение и касательное в указанные моменты времени.

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Диаметр шкива, м	0,2	0,3	0,4	0,6	0,5	0,8	0,2	0,6	0,5	0,8
$t_1$ , с	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
$t_2$ , с	8	9	8	9	8	6	9	8	9	6



### Вопросы самоконтроля

1. Законы поступательного движения точки для равномерного движения
2. Законы вращательного движения точки для равнопеременного движения.
3. Законы поступательного движения точки равнопеременного движения.
4. Законы вращательного движения точки равномерного движения.

## Тема 3.2 Работа и мощность. Общие теоремы динамики

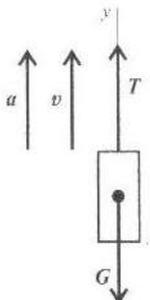
Решение задачи по конспекту лекций

**Цель:** знать аксиомы динамики и математическое выражение основного закона динамики. Иметь представление о трении и силе трения, силе инерции. Знать формулы для определения силы трения и силы инерции. Знать формулы для определения работы и мощности при поступательном и вращательном движениях. КПД. Уметь рассчитывать работу и мощность с учетом потерь на трение и сил инерции.

### Рекомендации по выполнению

Задан график изменения скорости лифта при подъеме. Масса лифта 2800 кг. Определить натяжение каната.

Рассмотрим участок 1 – подъем с ускорением.



Уравнение равновесия кабины лифта:  $\Sigma F_x = T - G - F_{ин} = 0$

Где  $G = mg$ ,  $F_{ин} = ma$ ,

$T$  – натяжение каната,

$G$  - сила тяжести,

$F_{ин}$  - сила инерции, растягивающая канат.

Для определения ускорения на участке 1 учтем, что

### Форма контроля:

Проверка преподавателем.

Защита перед аудиторией своей работы.

### Критерии оценки:

3 – Два участка рассчитаны верно.

4 – Все участки рассчитаны верно и рассчитана общая скорость подъема.

5 – Определен общий путь пройденный за все время движения.

**Задание:** №4 Определить натяжение каната, на котором подвешен лифт, при подъеме. По максимальной силе натяжения каната определить

потребную мощность электродвигателя. С учетом КПД определить максимальную мощность электродвигателя.

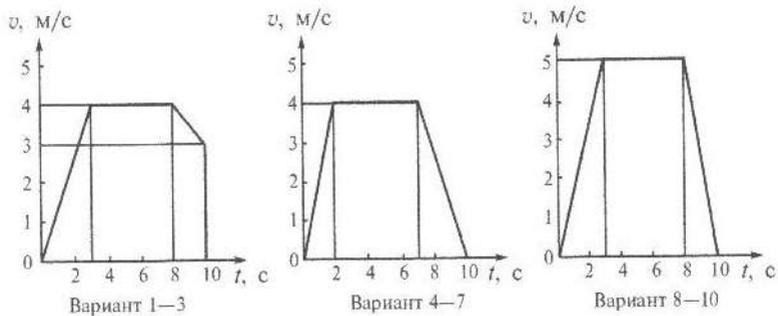


Рис. 7.9

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Масса $m$ , кг	500	700	750	800	600	800	600	450	900	850
КПД механизма	0,8	0,75	0,8	0,75	0,8	0,75	0,8	0,75	0,8	0,75

### Вопросы самоконтроля

1. Метод кинестатики.
2. Закон динамики.
3. Работа при поступательном движении.
4. Работа при вращательном движении.

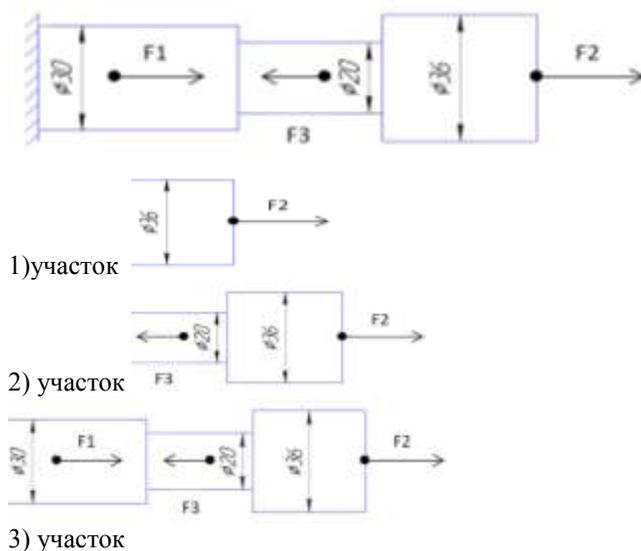
## Тема 4.2 Растяжение и сжатие

### Расчетно-графическая работа

**Цель:** в результате выполнения работы студент должен знать правила построения эпюр продольных сил и нормальных напряжений в поперечном сечении бруса, уметь с помощью метода сечений строить эпюры продольных сил и нормальных напряжений.

#### Рекомендации по выполнению

1. делим брус на участки по методу сечений и рассчитываем продольную силу на каждом участке.



По методу сечений определить продольную силу  $N$ , (Н) на каждом участке.

$$N_1 = F_2 = 10 \text{ кН}$$

$$N_2 = F_2 - F_3 = 10 - 5 = 5 \text{ кН}$$

$$N_3 = F_2 - F_3 + F_1 = 10 - 5 + 30 = 35 \text{ кН}$$

По формуле  $A = \frac{D^2 \times \pi}{4}$ , (мм<sup>2</sup>) или  $A = R^2 \times \pi$ , (мм<sup>2</sup>)

найти площадь каждого круглого сечения.

$$A_1 = \frac{\pi \times D^2}{4} = \frac{3.14 \times 36^2}{4} = 1017,36 \text{ мм}^2$$

$$A_2 = \frac{\pi \times D^2}{4} = \frac{3.14 \times 20^2}{4} = 314 \text{ мм}^2$$

$$A_3 = \frac{\pi \times D^2}{4} = \frac{3.14 \times 30^2}{4} = 706,5 \text{ мм}^2$$

2. определяем величины нормальных напряжений по сечениям с учетом изменения площади поперечного сечения.

Исходя из полученных значений находим нормальное напряжение на каждом участке

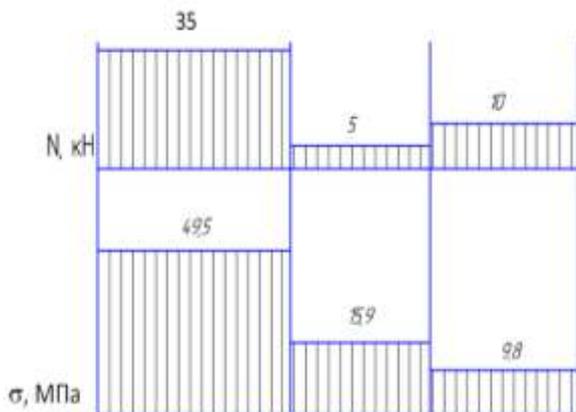
$$\sigma = \frac{N(N)}{A(\text{мм}^2)}, \text{ (Н/мм}^2 \text{ или МПа).}$$

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{A_1} = \frac{10 \times 10^3}{1017,36} = 9,8 \text{ МПа, (Н/мм}^2)$$

$$\sigma_2 = \frac{N_2}{A_2} = \frac{5 \times 10^3}{314} = 15,9 \text{ МПа, (Н/мм}^2)$$

$$\sigma_3 = \frac{N_3}{A_3} = \frac{35 \times 10^3}{706,5} = 49,5 \text{ МПа, (Н/мм}^2)$$

3. Строим эпюры N и  $\sigma$ .



### Форма контроля:

Проверка преподавателем.

Защита перед аудиторией своей работы.

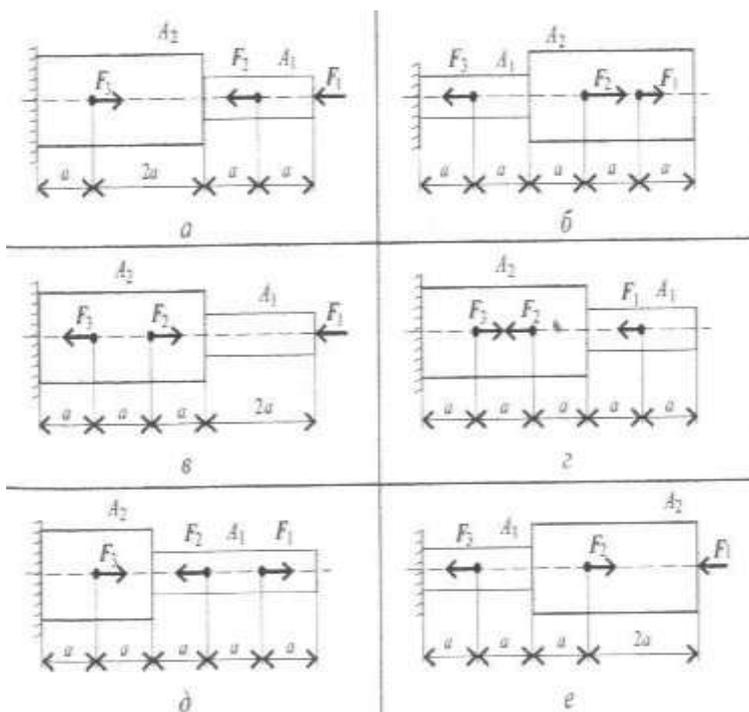
### Критерии оценки:

Оценка 3 – По методу сечений правильно определена продольная сила на каждом.

Оценка 4 – По методу сечений правильно определена продольная сила на каждом участке и изображена эпюра. Правильно посчитаны площади сечений.

Оценка 5 – По методу сечений правильно определена продольная сила на каждом участке и изображена эпюра. Правильно посчитаны площади сечений. Правильно посчитаны напряжения на каждом участке и есть эпюра.

**Задание: №5** Построение эпюр продольных сил и нормальных напряжений.



Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$F_1$ , кН	20	26	20	17	16	10	26	40	14	28
$F_2$ , кН	10	20	8	13	25	12	9	55	16	14
$F_3$ , кН	5	10	4	8	28	13	3	24	10	5
$A_1$ , см <sup>2</sup>	1,8	1,6	1,0	2,0	1,2	0,9	1,9	2,8	2,1	1,9
$A_2$ , см <sup>2</sup>	3,2	2,4	1,5	2,5	2,8	1,7	2,6	3,4	2,9	2,4
$a$ , м	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,4	0,3	0,2	0,5	0,6

### Вопросы самоконтроля

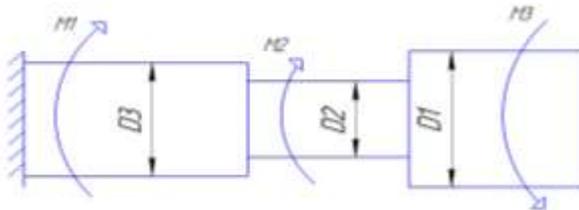
1. Проговорить единицы измерения значений сил, напряжений и площадей.
2. Определить где наиболее опасное сечение бруса.
3. Проговорить формулу для нахождения напряжения
4. Какие внутренние силовые факторы возникают при растяжении и сжатии.
5. Правило знаков для продольной силы.

## Тема 4.3 Кручение

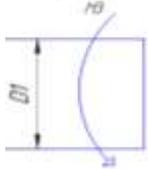
### Расчетно-графическая работа

**Цель:** в результате выполнения работы студент должен знать правила построения эпюр крутящих моментов и касательных напряжений в поперечном сечении бруса, уметь с помощью метода сечений строить эпюры крутящих моментов и касательных напряжений. Проводить конструирование бруса с учетом полученных значений из условия прочности.

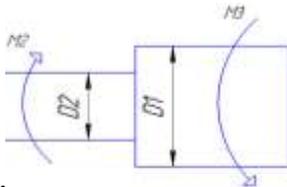
#### Рекомендации по выполнению



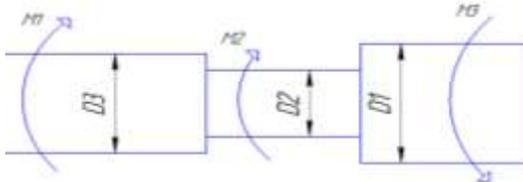
1. Разбить балку на участки.



1)участок



2)участок



3)участок

По методу сечений определить крутящий момент  $M_{кр}$ , (кН\*м) на каждом участке.

$$M_{кр1} = -M_3 = -5 \text{ кН*м}$$

$$M_{кр2} = -M_3 + M_2 = -5 + 10 = 5 \text{ кН*м}$$

$$M_{кр3} = -M_3 + M_2 - M_1 = -5 + 10 - 30 = -25 \text{ кН*м}$$

2. По условию прочности определяем полярные моменты сопротивления ступеней вала.

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W_p} \leq [\tau]$$

$$W_{p1} = \frac{M_{кр}}{[\tau]} = \frac{-5 \times 10^6}{140} = 35714,28, \text{ мм}^3$$

$$W_{p2} = \frac{M_{кр}}{[\tau]} = \frac{5 \times 10^6}{140} = 35714,28, \text{ мм}^3$$

$$W_{p3} = \frac{M_{кр}}{[\tau]} = \frac{-25 \times 10^6}{140} = 178571,4, \text{ мм}^3$$

3. Из формулы выражаем диаметры вала.

$$W_p = 0,2 \times D^3, \text{ мм}^3$$

$$D_1 = \sqrt[3]{\frac{W_{p1}}{0,2}} = \sqrt[3]{\frac{35714,28}{0,2}} = 56 \text{ мм}$$

$$D_2 = \sqrt[3]{\frac{W_{p2}}{0,2}} = \sqrt[3]{\frac{35714,28}{0,2}} = 56 \text{ мм}$$

$$D_3 = \sqrt[3]{\frac{W_{p3}}{0,2}} = \sqrt[3]{\frac{178571,4}{0,2}} = 96 \text{ мм}$$

Изобразить на схеме брус с расчетными диаметрами.

Ответ: Уточненные  $D_3 = 96 \text{ мм}$ ,  $D_2 = 56 \text{ мм}$ ,  $D_1 = 56 \text{ мм}$ .

#### **Форма контроля:**

Проверка преподавателем.

Защита перед аудиторией своей работы.

#### **Критерии оценки:**

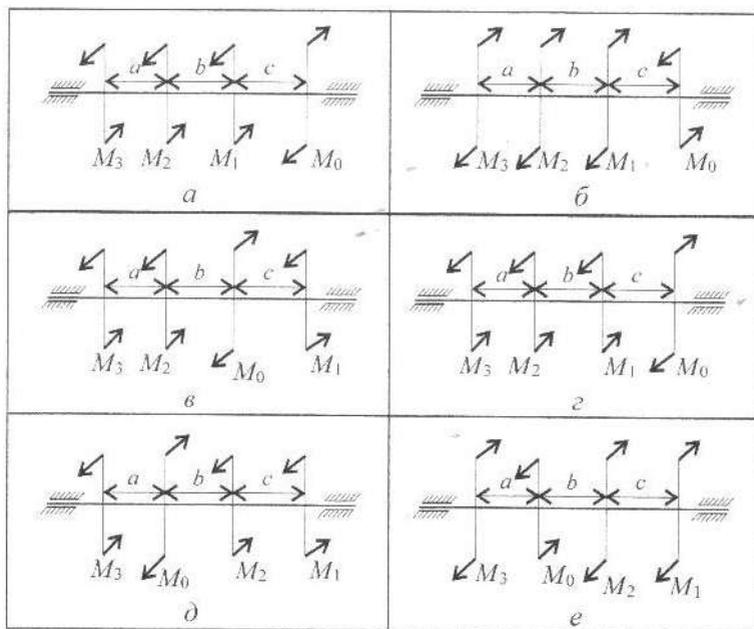
Оценка 3 – По методу сечений правильно определены крутящие моменты на каждом участке и построена эпюра.

Оценка 4 – По методу сечений правильно определены крутящие моменты на каждом участке и построена эпюра. Правильно определены полярные моменты сопротивления.

Оценка 5 – По методу сечений правильно определены крутящие моменты на каждом участке и построена эпюра. Правильно определены полярные моменты сопротивления. Правильно сконструирован брус.

**Задание:№6**

1. Определить по методу сечений крутящие моменты.
2. По условию прочности рассчитать размеры каждой ступени.



Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$m_1, \text{кН}\cdot\text{м}$	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
$m_2, \text{кН}\cdot\text{м}$	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5
$m_3, \text{кН}\cdot\text{м}$	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5
$m_4, \text{кН}\cdot\text{м}$	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5
$a=b=c, \text{м}$	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

**Вопросы самоконтроля**

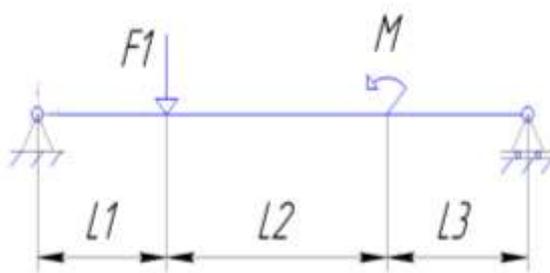
1. Проговорить единицы измерения значений моментов, напряжений и площадей.
2. Проговорить формулу для нахождения напряжения
4. Какие внутренние силовые факторы возникают при кручении.
5. Правило знаков для крутящего момента.

## Тема 4.4 Изгиб

### Расчетно-графическая работа

**Цель:** иметь представление о видах изгиба и внутренних силовых факторах в сечении при изгибе. Знать методы определения внутренних силовых факторов и уметь ими пользоваться. Знать основные правила и порядок построения эпюр поперечных сил и изгибающих моментов. Уметь строить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.

### Рекомендации по выполнению



1. Определяем реакции опор, составляя уравнения равновесия.

$$\sum F_x = -R_x = 0$$

$$R_x = 0$$

$$\sum M = (F_1 \times 1) - M - (R_b \times 4) = 0$$

$$R_b = \frac{M - F_1}{4} = \frac{5 - 30}{4} = -6,25 \text{ кН}$$

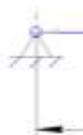
$$\sum F_y = R_a - R_b - F_1 = 0$$

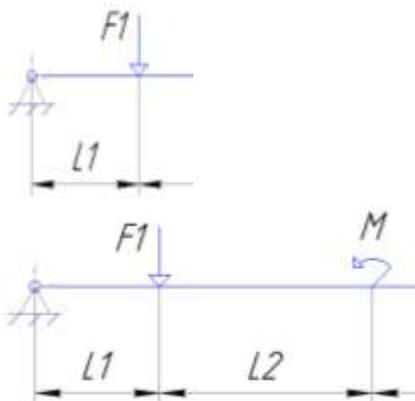
$$R_a = F_1 + R_b = 30 + 6,25 = 36,25 \text{ кН}$$

2. Проверка:

$$\sum F_y = 36,25 - 6,25 - 30 = 0$$

3-4. Разбить брус на участки.





По методу сечений определить поперечную силу  $Q$ , (кН) на каждом участке.

$$Q_1 = R_a = 36,25 \text{ кН}$$

$$Q_2 = R_a - F_1 = 36,25 - 30 = 6,25 \text{ кН}$$

$$Q_3 = R_a - F_1 = 36,25 - 30 = 6,25 \text{ кН}$$

По методу сечений определить изгибающий момент  $M_{изг}$ , (кН\*м).

$$M_1 = R_a \times z, z \rightarrow 1 \text{ м}$$

$$M_1 = 36,25 \times 0 = 0$$

$$M_1 = 36,25 \times 1 = 36,25 \text{ кН*м}$$

$$M_2 = R_a \times (1 + z) - F_1 \times z, z \rightarrow 2 \text{ м}$$

$$M_2 = 36,25 \times (1 + 0) - 30 \times 0 = 36,25 \text{ кН*м}$$

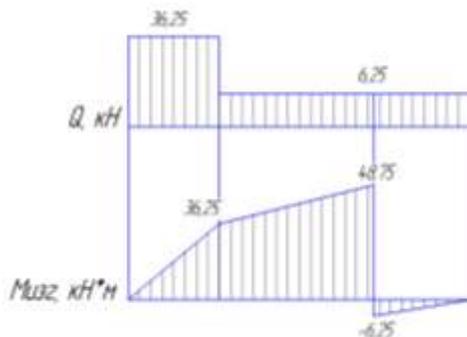
$$M_2 = 36,25 \times (1 + 2) - 30 \times 2 = 48,75, \text{ кН*м}$$

$$M_3 = R_a \times (3 + z) - F_1 \times (2 + z) - M, z \rightarrow 1 \text{ м}$$

$$M_3 = 36,25 \times (3 + 0) - 30 \times (2 + 0) - 55 = -6,25, \text{ кН*м}$$

$$M_3 = 36,25 \times (3 + 1) - 30 \times (2 + 1) - 55 = 50, \text{ кН*м}$$

5. Строим эпюры  $Q$  и  $M_{изг}$ .



Ответ: Опасным считаются сечение 1 здесь максимальный скачек силы поперечной  $Q$  и переход от сечения 2 к сечению 3 здесь максимальное значение момента.

**Форма контроля:**

Проверка преподавателем.

Защита перед аудиторией своей работы.

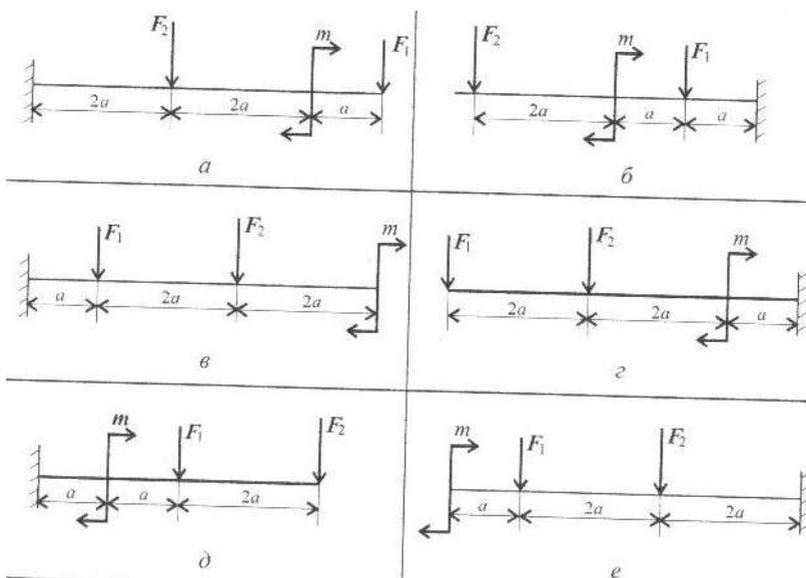
**Критерии оценки:**

Оценка 3 – По методу сечений правильно определены поперечные силы на каждом участке.

Оценка 4 – По методу сечений правильно определены поперечные силы на каждом участке. Правильно определены изгибающие моменты.

Оценка 5 – По методу сечений правильно определены поперечные силы на каждом участке. Правильно определены изгибающие моменты. Построены обе эпюры.

**Задание:** №7 Построить эпюры внутренних силовых факторов возникающих при изгибе.



Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$F_1$ , кН	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
$F_2$ , кН	4,4	4,8	7,8	8,4	12	12,8	17	18	22,8	24
$m$ , кН·м	3	4	5	6	7	7	6	5	4	3
$a$ , м	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6

### Вопросы самоконтроля

1. Правило знаков для поперечной силы.
2. Правило знаков для изгибающего момента.
4. Какие внутренние силовые факторы возникают при изгибе.
5. Какие использовали уравнения равновесия, проговорить их полное название.

## ТЕМА 5.1. Основные положения. Зубчатые передачи

Подготовка доклада на тему устройства и применения волновых и планетарных передач.

Цель:

- иметь представление о планетарных и волновых передачах, их устройстве, применении и специфика изготовления.

Титульный лист:



Форма контроля: проверка преподавателем, защита перед группой

Критерии оценки:

Оценка 3 – Объем текста 2-3 страницы.

Оценка 4 – Объем текста 3-4 страницы.

Оценка 5 – Объем текста 3-4 страницы, оформлено в качестве презентации.

Задание :

№8. Устройство и назначение волновой передачи.

№9. Устройство и назначение планетарной передачи.

### Вопросы самоконтроля

1. Как устроена передача?
2. Где ее используют?
3. Чем она отличается от зубчатой передачи?

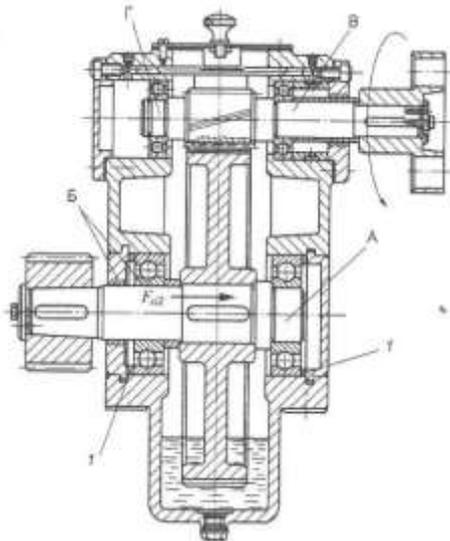
4. На схеме указать принцип передачи движения.

## ТЕМА 5.4 Валы и оси. Опоры валов и осей. Муфты

Чертеж кинематической схемы по вариантам

Цель: иметь представление о типоразмерах, исполнении и компоновках редукторов. Знать назначение, основные параметры, достоинства и недостатки редукторов основных типов.

1. Провести анализ редуктора изображенного на чертеже.



2. Построить кинематическую схему:

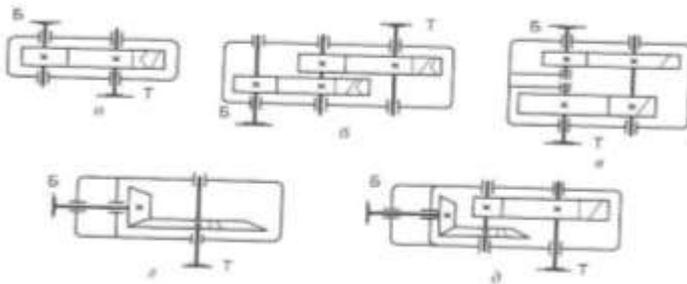


Рис. 25.1. Редукторы:  
цилиндрические: а — одноступенчатый; б — двухступенчатый по развернутой схеме; в — двухступенчатый по соосной схеме; конические: г — одноступенчатый; д — двухступенчатый коническо-цилиндрический

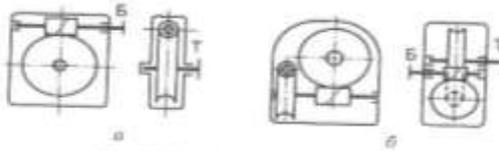


Рис. 25.2. Червячные редукторы: а — одноступенчатый с верхним расположением червяка; б — двухступенчатый

3. Определить скорость и вращающий момент тихоходного вала редуктора:

Определяем КПД передачи. Коэффициенты полезного действия передач получены экспериментально и выбираются по справочнику  $0,7 \div 0,75$ .

Мощность

$$P_2 = P_1 \cdot \eta;$$

Вращающий момент

$$T_2 = P_2 / \omega_2$$

Форма контроля: проверка преподавателем, защита перед группой

Критерии оценки:

Оценка 3 – Верно составлена кинематическая схема.

Оценка 4 – Посчитаны верно скорость и момент.

Оценка 5 – Свободно ориентируется в сопоставлении кинематической схемы и чертежа.

Задание:

№ 10 Рассмотреть конструкцию редуктора. Изобразить кинематическую схему редуктора. Пояснить работу редуктора

### Вопросы самоконтроля

1. Кинематическое изображение подшипника указать на схеме.
2. Кинематическое изображение вала указать на схеме.
3. Полное название указанного редуктора.

