

Министерство образования и науки Российской Федерации

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



УТВЕРЖДАЮ
Директор
С.А. Махновский
«23» марта 2017 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

**по учебной дисциплине
ОП.01 ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА**

**для студентов специальности 08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация
электрооборудования промышленных и гражданских зданий
базовой подготовки**

Магнитогорск, 2017

ОДОБРЕНО:

Предметно-цикловой комиссией
Монтаж и эксплуатация
электрооборудования
Председатель С.Б. Меняшева
Протокол № 7 от 14 марта 2017 г.

Методической комиссией МпК
Протокол №4 от 23.03.2017 г.

Составитель:

преподаватель ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» МпК Р.Б.Яльмурзина

Методические указания по выполнению практических работ разработаны на основе рабочей программы учебной дисциплины «Техническая механика». Содержание практических работ ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессиональных модулей программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий, и овладению профессиональными компетенциями.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение.....	4
2 Методические указания	
Практическая работа 1 Расчёт реакций опор для плоской системы сходящихся сил...	6
Практическая работа 2 Определение реакций в 2х опорной балке.....	6
Практическая работа 3 Определение реакций в жесткой заделке.....	8
Практическая работа 4 Определение центра тяжести фигуры составленной из прокатных профилей.....	9
Практическая работа 5 Расчет на прочность при растяжении и сжатии.....	10
Практическая работа 6 Расчет на прочность и жесткость при кручении. Расчет рациональной формы вала.....	12
Практическая работа 7 Расчёт на прочность при изгибе.....	15
Практическая работа 8 Составление кинематических схем приводов.....	16

1 ВВЕДЕНИЕ

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки студентов составляют практические занятия.

Состав и содержание практических работ направлены на реализацию Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование профессиональных практических умений: умений решать задачи по технической механике, необходимых в последующей учебной деятельности.

В соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Техническая механика» предусмотрено проведение практических занятий.

В результате их выполнения, обучающийся *должен*:

уметь:

- определять координаты центра тяжести тел;
- выполнять расчеты на прочность и жесткость;

Содержание практических занятий ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессионального модуля программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению **профессиональными компетенциями**:

ПК1.3. Организовывать и производить ремонт электроустановок промышленных и гражданских зданий.

ПК2.1. Организовывать и производить монтаж силового электрооборудования промышленных и гражданских зданий с соблюдением технологической последовательности.

ПК2.2. Организовывать и производить монтаж осветительного электрооборудования промышленных и гражданских зданий с соблюдением технологической последовательности.

ПК2.3. Организовывать и производить наладку и испытания устройств электрооборудования промышленных и гражданских зданий.

ПК2.4. Участвовать в проектировании силового и осветительного электрооборудования.

ПК3.1. Организовывать и производить монтаж воздушных и кабельных линий с соблюдением технологической последовательности.

ПК3.2. Организовывать и производить наладку и испытания устройств воздушных и кабельных линий.

ПК3.3. Участвовать в проектировании электрических сетей.

ПК4.2. Контролировать качество выполнения электромонтажных работ.

А также формированию общих компетенций:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

Выполнение обучающимися практических работ по учебной дисциплине «Техническая механика» направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие и детализацию полученных теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;

- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;

- формирование и развитие умений: наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования,

пользоваться различными приемами измерений, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков;

- развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;

- выработку при решении поставленных задач профессионально значимых качеств, таких как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Практические занятия проводятся после соответствующей темы, которая обеспечивает наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Тема 1.2 Плоская система сходящихся сил

Практическая работа № 1

Расчёт реакций опор для плоской системы сходящихся сил.

Цель:

научиться составлять уравнения равновесия плоской системы сходящихся сил и определять реакции опор.

Выполнив работу, Вы будете уметь:

- проводить расчеты при проверке на прочность механических систем;
- составлять уравнения равновесия плоской системы сходящихся сил

Материальное обеспечение:

- посадочные места по количеству обучающихся;
- рабочее место преподавателя;
- индивидуальные карточки-задания;
- учебно-наглядные пособия по дисциплине «Техническая механика»
- макеты и действующие модели
- плакаты

Задание:

Составить уравнения равновесия плоской системы сходящихся сил и определить реакции опор.

Краткие теоретические сведения:

Проекция сил на ось.

Проекция силы на ось — это отрезок, заключённый между проекциями начала и конца вектора силы.

Проекция силы на ось равна произведению силы на косинус **острого** угла.

$$F_{x(y)} = F \cos \alpha$$

Правило знаков.

Проекция силы на ось считается положительной, если сила совпадает по направлению с осью, и отрицательной- если нет.

Порядок выполнения работы:

1. Изучите теоретический материал по данной теме
2. Изучите алгоритм выполнения работы по конспекту, или методическим указаниям
3. Решите задачу и оформите ее в соответствии с требованиями к оформлению, принятыми в колледже.
4. Сформулируйте вывод.
5. Защитите работу.

Ход работы

1. Вычертить систему сил в первоначальном положении (см рисунок 2)
2. Вычертить систему сил в соответствии с данными (см рисунок 3)
3. Определить сумму проекций сил на оси X, Y

$$\sum F_{ix} = 0;$$

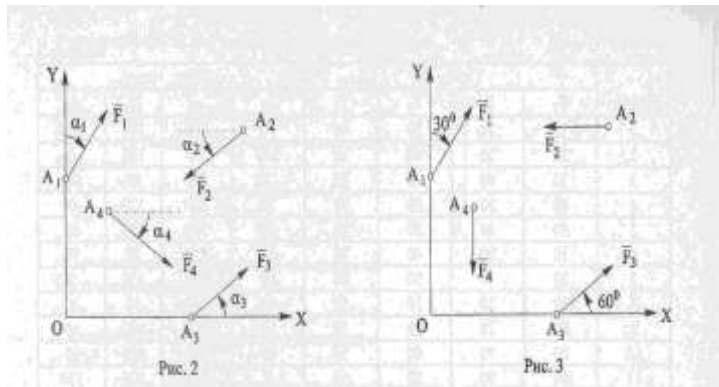
$$\sum F_{iy} = 0;$$

4. Подставить значения сил в уравнения и определить проекции равнодействующей.

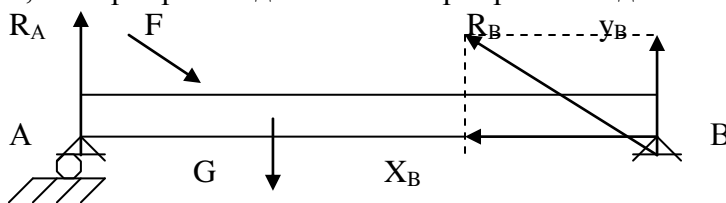
5. Определить величину равнодействующей

Форма представления результата:

Решение задач и оформление в тетради для практических работ



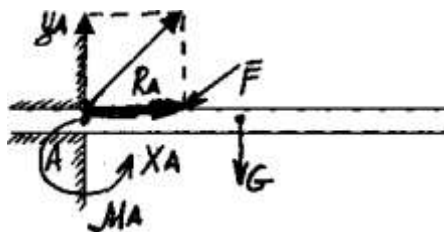
1,2. Шарнирно-подвижная и шарнирно-неподвижная опора.



В шарнирно-подвижной опоре возникает одна вертикальная реакция.

В шарнирно-неподвижной - вертикальная и горизонтальная составляющие.

3. Связь в виде жесткой заделки



M_A — реактивный момент:

Порядок выполнения работы:

1. Изучите теоретический материал по данной теме
2. Изучите алгоритм выполнения работы по конспекту, или методическим указаниям
3. Решите задачу и оформите ее в соответствии с требованиями к оформлению, принятыми в колледже.
4. Сформулируйте вывод.
5. Защитите работу.

Ход работы:

1. Рассмотрим равновесие точки В, где сходятся стержни и закреплены канаты

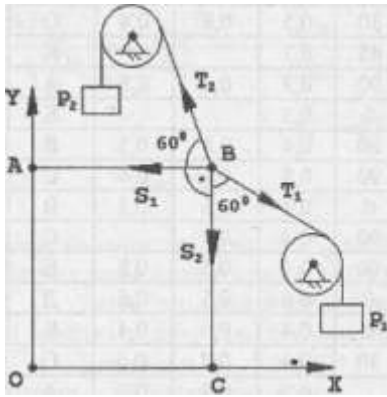
Связями для точки В являются два каната и два стержня ВА и ВС.

2. Освободимся от связей и заменим их действие силами реакций.

Реакция гибкой связи (каната) направлена вдоль связи и обязательно внутрь связи.

Реакция невесомого прямолинейного стержня, имеющего по краям шарниры, направлена вдоль стержня.

Направим усилия в стержнях от точки В, предположив тем самым, что стержни работают на растяжение.

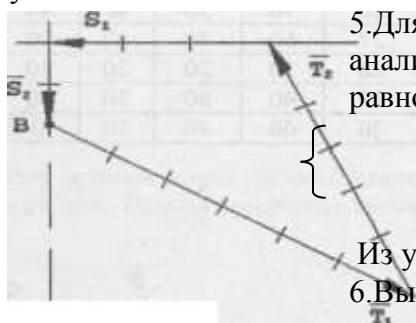


3. Расставим схему сил, действующих на точку В.

В точке В действует система сходящихся сил, которая уравновешена, т.е. $(T_1, T_2, S_1, S_2) = 0$. Графически это будет означать, что силовой многоугольник, построенный из сил системы, окажется замкнутым.

4. Выберем масштаб 5 мм/1 кН и построим силовой многоугольник. Учитывая, на основании аксиомы действия и противодействия, что $T_1 = P_1$ и $T_2 = P_2$ начнем построение многоугольника с известных сил T_1 и T_2 . После чего проводим линии действия двух неизвестных сил S_1 и S_2 через начало и конец известных векторов. Расставляем направление векторов, замкнув многоугольник. Измерив длины векторов

S_1 и S_2 и умножив их значения на масштаб, определим значения усилий.



5. Для проверки найденных значений проведем аналитическое решение, составив для этого уравнения равновесия для узла.

$$\sum F_{ix} = 0$$

$$\sum F_{iy} = 0$$

Из уравнений определим усилие в стержнях.

6. Вывод: погрешность при графическом решении незначительная $S_1 = \text{Кн}$, $S_2 = \text{Кн}$. Оба стержня работают на растяжение.

Форма представления результата:

Решение задач и оформление в тетради для практических работ

Тема 1.4 Плоская система произвольно расположенных сил

Практическая работа № 2

Определение реакций в 2х опорной балке

Цель работы:

- научиться составлять уравнения равновесия плоской системы произвольно расположенных сил в 2х опорной балке и решать их.

Выполнив работу, Вы будете уметь:

- проводить расчеты при проверке на прочность механических систем
- составлять уравнения равновесия плоской системы произвольно расположенных сил и решать их;

Материальное обеспечение:

- посадочные места по количеству обучающихся;
- рабочее место преподавателя;
- индивидуальные карточки-задания;
- учебно-наглядные пособия по дисциплине «Техническая механика»
- макеты и действующие модели

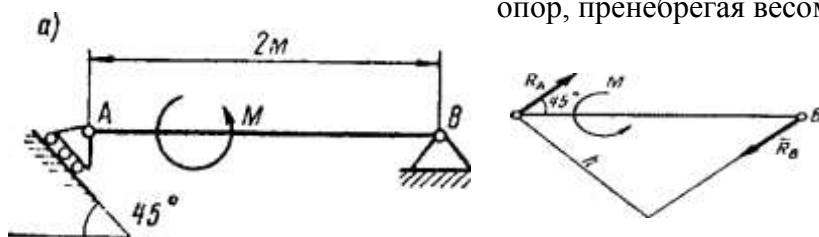
- плакаты

Задание:

- классифицировать нагрузки и определить реакции в различных видах опор

Краткие теоретические сведения:

На балку А В действует пара сил, момент которой известен. Определить реакции опор, пренебрегая весом балки. .



Рассмотрим равновесие балки АВ

Связь в точке В — шарнирно-неподвижная опора (рис. а), величина и направление реакции которой заранее неизвестны.

Связь в точке А — шарнирно-подвижная опора. Реакция ее направлена перпендикулярно к плоскости катания.

Так как на балку действует пара сил с моментом М, то она может быть уравновешена только парой сил. Следовательно, опорные реакции R_A и R_B должны образовать пару сил. Направление линии действия реакции R_B определено.

Порядок выполнения работы:

1. Изучите теоретический материал по данной теме
2. Изучите алгоритм выполнения работы по конспекту, или методическим указаниям
3. Решите задачу и оформите ее в соответствии с требованиями к оформлению, принятыми в колледже.
4. Сформулируйте вывод.
5. Защитите работу.

Ход работы:

1. Вычертить заданную балку в соответствии с требованиями инженерной графики.
2. Показать реакции в опорах - направление выбирается произвольно.
3. Составить уравнения равновесия плоской системы произвольно расположенных сил относительно разных точек. Правило знаков – часы.

Форма представления результата:

Решение задач и оформление в тетради для практических работ.

Тема 1.4 Плоская система произвольно расположенных сил

**Практическая работа № 3
Определение реакций в жесткой заделке**

Цель работы:

- научиться составлять уравнения равновесия плоской системы произвольно расположенных сил в жесткой заделке и решать их.

Выполнив работу, Вы будете уметь:

- проводить расчеты при проверке на прочность механических систем
- составлять уравнения равновесия плоской системы произвольно расположенных сил и решать их;

Материальное обеспечение:

- посадочные места по количеству обучающихся;
- рабочее место преподавателя;
- индивидуальные карточки-задания;
- учебно-наглядные пособия по дисциплине «Техническая механика»
- макеты и действующие модели
- плакаты

Задание:

- классифицировать нагрузки и определить реакции в различных видах опор

Краткие теоретические сведения:

Жесткая заделка. Заделка (рис. 1.12) исключает возможность любых перемещений вдоль осей Ox и Oy , а также поворот в плоскости xOy . Поэтому такая связь при освобождении тела от связи будет заменяться реакцией R (или ее проекциями R_x и R_y и моментом в заделке M_A).

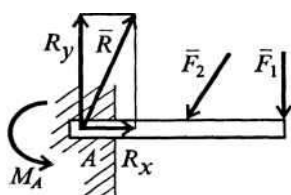


Рис. 1.12

Порядок выполнения работы:

1. Изучите теоретический материал по данной теме
2. Изучите алгоритм выполнения работы по конспекту, или методическим указаниям
3. Решите задачу и оформите ее в соответствии с требованиями к оформлению, принятыми в колледже.
4. Сформулируйте вывод.
5. Защитите работу.

Ход работы:

4. Вычертить заданную балку в соответствии с требованиями инженерной графики.
5. Показать реакции в опорах - направление выбирается произвольно.
6. Составить уравнения равновесия плоской системы произвольно расположенных сил относительно разных точек. Правило знаков – часы.

Форма представления результата:

Решение задач и оформление в тетради для практических работ.

Тема 1.5. Центр тяжести**Практическая работа № 4****Определение центра тяжести фигуры составленной из прокатных профилей**

Сила тяжести – это сила, с которой тело притягивается к Земле. Точка, в которой прикладывается сила тяжести, называется центром тяжести.

Возьмем плоскую фигуру, разобьем ее на элементарные квадраты (Рис. 12), в котором:

A_i – площадь;

X_i – расстояние от центра тяжести простой фигуры до выбранной оси y ;
 Y_i – расстояние от центра тяжести простой фигуры до выбранной оси x ;
 C_i – центр тяжести простой фигуры.

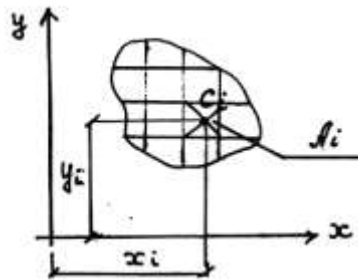


Рис. 1 Плоская фигура

Произведение площади элементарного квадрата на кратчайшее расстояние ее до какой-либо оси, лежащей в той же плоскости, называется статическим моментом элементарного квадрата относительно данной оси. Сумма же этих произведений, распространенная на всю площадь фигуры, называется статическим моментом площади относительно оси, т.е. $A_i \cdot x_i$ или $A_i \cdot y_c$.

Координаты центра тяжести любого сечения будут определяться по формулам:

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

Центры тяжести простых геометрических фигур:

а)

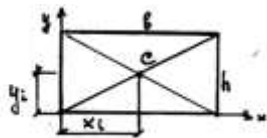


Рис. 2 Прямоугольник

$$x_i = \frac{1}{2} b$$

$$y_i = \frac{1}{2} h$$

$$A = b \cdot h$$

б)

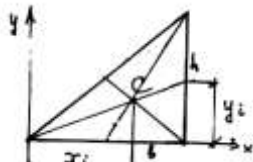


Рис. 3 Треугольник

$$x_i = \frac{2}{3} b$$

$$y_i = \frac{1}{3} h$$

$$A = \frac{1}{2} b \cdot h$$

в)

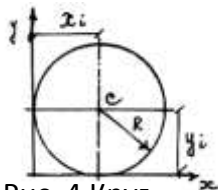


Рис. 4 Круг

$$x_i = R$$

$$y_i = R$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = \pi R^2$$

г)

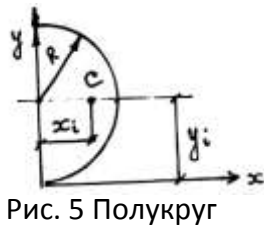


Рис. 5 Полукруг

$$x_i = \frac{4R}{3\pi}$$

$$y_i = R$$

$$A = \frac{1}{2} \pi R^2 = \frac{\pi D^2}{8}$$

Центры тяжести прокатных профилей

Сталь, играющая огромную роль в современном строительстве, поступает с завода главным образом в виде проката, т.е. в виде полос, листов, уголка, балок и др. Эти материалы, удовлетворяющие всем требованиям в отношении однородности механических свойств и точности размеров, составляют нормальный сортамент прокатной стали (Рис. 17).

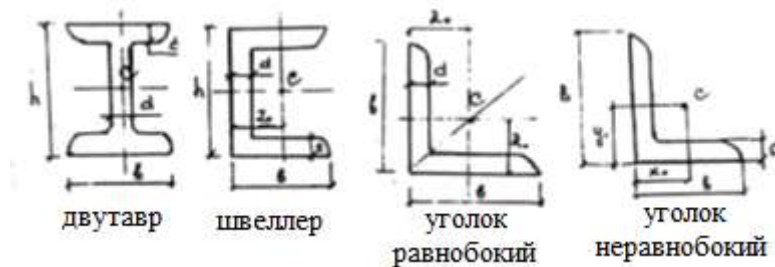


Рис. 6 Сортамент прокатной стали

Зная центры тяжести простых геометрических фигур и прокатных профилей, а также формулы для определения координат центра тяжести, можно использовать эти знания для определения площадей и координат центра тяжести фигур, составленных из простых геометрических тел или из прокатных профилей. Решение этих задач обрабатывается на практических работах.

Пример расчета:

Определение центра тяжести составных прокатных профилей.

Цель: формирование умений определять положение центра тяжести составных прокатных профилей, рассчитав его координаты. Уметь пользоваться справочной литературой.

Задание: определите координаты центра тяжести сечения, составленного из прокатных профилей (Рис. 18).

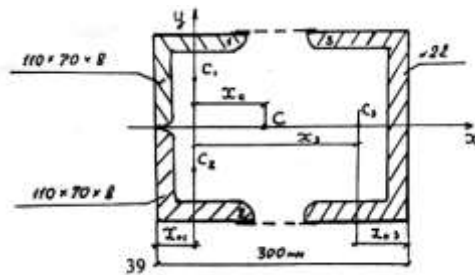


Рис. 7 Расчетная схема

Решение:

1. Разбейте сечение на составные профили проката:

- 1) уголок неравнобокий – 110 x 70 x 8;
- 2) уголок неравнобокий – 110 x 70 x 8;
- 3) швеллер №22.

Положение центра тяжести примите по сортаменту:

$C_1; C_2; C_3$.

2. Положение координатных осей примите следующим образом: ось x совместите с осью симметрии сечения, следовательно координата $y_c = 0$.

Ось y проведите перпендикулярно оси x через центры тяжести неравнобоких уголков C_1 и C_2 .

3. Выпишите из соответствующих таблиц «Приложения таблица 11» площади профилей и, используя размеры, найдите абсциссы их центров тяжести.

Уголок 110 x 70 x 8: $B = 11$ см; $b = 7$ см; $d = 0,8$ см; $A = 13,9$ см²

$x_0 = 1,64$ см; $y_0 = 3,61$ см.

Швеллер 22: $h = 22$ см; $b = 8,2$ см; $z = 2,21$ см; $d = 0,54$ см;

$t = 0,95$ см; $A = 26,7$ см².

$x_1 = x_2 = 0$, т.к. ось y проведена через центры тяжести C_1 и C_2 .

$x_3 = 30 - x_{01} - Z_{03} = 30 - 1,64 - 2,21 = 26,15$ см.

4. Определите координату центра тяжести X_c :

$$X_c = \frac{A_1 x_1 + A_2 x_2 + A_3 x_3}{A_1 + A_2 + A_3} = \frac{13,9 \cdot 0 + 13,9 \cdot 0 + 26,7 \cdot 26,15}{2 \cdot 13,9 + 26,7} = \frac{698,205}{54,5} = 12,8 \text{ см.}$$

5. Точка C имеет координаты: 12,8; 0. Нанесите найденный центр тяжести на расчетную схему.

Тема 4.2 Растяжение и сжатие

Практическая работа № 5

Расчёт на прочность при растяжении и сжатии.

Цель работы: Из заготовки квадратного сечения спроектировать наиболее рациональную форму балки исходя из условий прочности и экономичности; проверить спроектированную балку на прочность и экономичность; дать рекомендации по эксплуатации.

Выполнив работу, Вы будете уметь:

- проводить расчеты при проверке на прочность механических систем
- рассчитывать наиболее рациональную форму балки исходя из условий прочности и экономичности;

Материальное обеспечение:

- посадочные места по количеству обучающихся;
- рабочее место преподавателя;
- индивидуальные карточки-задания;
- учебно-наглядные пособия по дисциплине «Техническая механика»
- макеты и действующие модели

- плакаты

Задание:

1 спроектировать наиболее рациональную форму балки исходя из условий прочности и экономичности;

2.проверить спроектированную балку на прочность и экономичность; 3.дать рекомендации по эксплуатации.

Краткие теоретические сведения:

Под растяжением понимается такой вид нагружения, при котором в поперечных сечениях бруса (стержня) возникают только нормальные силы, а все прочие внутренние силовые факторы (поперечные силы, крутящий и изгибающие моменты) **равны нулю**. Сжатие отличается от растяжения только знаком силы **N**: при растяжении нормальная сила **N** направлена от сечения (см. рис. 2.1), а при сжатии - к сечению. Поэтому при анализе внутренних сил сохраняется единство подхода к вопросам растяжения и сжатия. Исключение составят длинные тонкие стержни, для которых сжатие сопровождается изгибом

Закон Гука. Многочисленные наблюдения за поведением твердых тел показывают, что в подавляющем большинстве случаев перемещения в определенных пределах пропорциональны действующим силам. Впервые в 1676 г. Гуком был сформулирован закон о том, что «какова сила, такова и деформация».

В современной трактовке закон Гука определяет *линейную зависимость между напряжением и деформацией*:

$$\sigma = E\varepsilon.$$

Здесь коэффициент пропорциональности **E** есть *модуль упругости первого рода*, ε - деформация, которую для однородного стержня можно определить как

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}.$$

Величину ε иногда называют *относительным удлинением* стержня длиной l , удлинение которого под действием приложенной силы составило Δl .

Модуль упругости первого рода является физической константой материала; он определяется экспериментально. Для наиболее часто встречающихся материалов его значения приведены в табл. 2.1 (см. подразд. 2.3).

Построение эпюр. График изменения нормальной силы, напряжений и перемещений стержня вдоль его оси называется *эпюрой* соответственно нормальных сил, напряжений и перемещений. Эпюры дают наглядное представление о законах изменения различных исследуемых величин. Построение эпюр рассмотрим на конкретном примере.

Порядок выполнения работы:

1. Изучите теоретический материал по данной теме
2. Изучите алгоритм выполнения работы по конспекту, или методическим указаниям
3. Решите задачу и оформите ее в соответствии с требованиями к оформлению, принятыми в колледже.
4. Сформулируйте вывод.
5. Защитите работу.

Ход работы:

1. Разбиваем балку на участки, начиная со свободной стороны.
2. Определяем продольные силы на каждом участке.
3. Строим эпюру продольных сил.
4. Определяем наиболее рациональные размеры на каждом участке, исходя из условия прочности и экономичности
5. Определяем нормальное напряжение на каждом участке и строим эпюру.
6. Определяем коэффициент запаса прочности и экономичности.
7. Делаем вывод №1 о прочности и экономичности.

8. Расчет на жесткость: Всегда начинаем с закрепленной стороны. Проставляем характерные точки на оси балки, начиная с закрепленной стороны в местах приложения сил, или изменения сечения.

9. Определяем абсолютное удлинение на каждом участке.

10. Строим эпюру абсолютного удлинения.

11. Определяем допускаемое абсолютное удлинение.

12. Определяем коэффициент запаса жесткости и экономичности.

13. Делаем вывод №2 о прочности, жесткости и экономичности.

14. Даем рекомендации по эксплуатации.

Форма представления результата:

Решение задач и оформление в тетради для практических работ.

Тема 4.5 Кручение

Практическая работа № 6

Расчёт на прочность, жёсткость при кручении.

Расчет рациональной формы вала

Цель работы:

- строить эпюры крутящих моментов;
- выполнять проверочные расчеты круглого бруса для статически определимых систем;

Выполнив работу, Вы будете уметь:

- проводить расчеты при проверке на прочность механических систем
- проводить проверочные расчеты круглого бруса для статически определимых систем

Материальное обеспечение:

- посадочные места по количеству обучающихся;
- рабочее место преподавателя;
- индивидуальные карточки-задания;
- учебно-наглядные пособия по дисциплине «Техническая механика»
- макеты и действующие модели
- плакаты

Задание:

Проверить вал на прочность, жесткость и экономичность; дать рекомендации по эксплуатации.

Краткие теоретические сведения:

Под кручением понимается такой вид нагружения, при котором в поперечных сечениях возникает только крутящий момент. Прочие внутренние силовые факторы (нормальная и поперечные силы, изгибающие моменты) равны нулю.

Рассмотрим кручение круглого бруса (рис. 2.9). К круглому брусу, жестко заделанному в стенку, на свободном торце приложен крутящий момент M . В результате этого брус деформируется: смежные сечения поворачиваются относительно друг друга, образующая **ОВ** искривляется и занимает положение **ОС**. При описании кручения принимаются следующие допущения и правила:

- ось бруса не деформируется;
- поперечные сечения, плоские до деформации, после деформации также остаются плоскими;

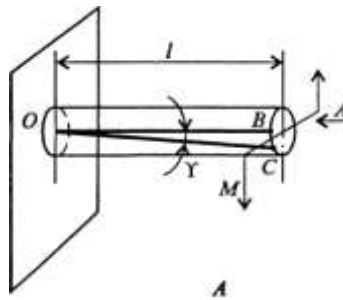
продольные волокна не изменяют своей длины (угол γ настолько мал, что изменением длины можно пренебречь);

радиусы r поперечных сечений остаются прямыми после деформации, поворачиваясь на некоторый угол φ ;

для внутренних крутящих следующее правило знаков: если поперечное сечение со стороны внутренний крутящий момент $M_{кр}$ хода часовой стрелки, то момент считается положительным.

Таким образом, при кручении в бруса возникают касательные сдвиг).

Существуют понятия угла за-



моментам принято наблюдатель смотрит на внешней нормали и видит направленным против тается положительным.

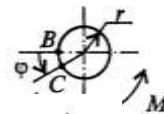
поперечном сечении напряжения (чистый

кручивания φ и

$$\theta = \varphi/l. \quad \varphi = \frac{M_{кр} \cdot l}{GJ_p}$$

относительного угла закручивания θ :

Касательные напряжения τ при кручении неравномерно: в центре они равны нулю, а



распределяются по сечению на максимальной окружности

$$\tau_{max} = M_{кр}/W_p,$$

поперечного сечения - максимальному значению τ_{max} . Поэтому расчет ведется по τ_{max} . Значение касательного внутреннего крутящего момента и геометрической характеристики поперечного сечения: где W_p есть **полярный момент сопротивления**.

значению τ_{max} . Поэтому расчет напряжения зависит от

Для сплошного поперечного сечения диаметром D $W_p = 0,2D^3$; для кольцевого сечения (полый вал) $W_p = 0,25\pi(D^4 - d^4)/D$, где d - внутренний диаметр (диаметр отверстия), D - внешний диаметр вала.

Порядок выполнения работы:

1. Изучите теоретический материал по данной теме
2. Изучите алгоритм выполнения работы по конспекту, или методическим указаниям
3. Решите задачу и оформите ее в соответствии с требованиями к оформлению, принятыми в колледже.
4. Сформулируйте вывод.
5. Защитите работу.

Ход работы:

1. Разбиваем вал на участки.
2. Находим крутящий момент на каждом участке.
3. Проверяем вал на прочность и экономичность. Определяем касательное напряжение на каждом участке.
4. Делаем вывод о прочности вала.
5. Расставляем характерные точки в местах приложения моментов, начиная с закреплённой стороны вала.
6. Проверяем жесткость вала: определяем углы закручивания на каждом участке.
7. Строим эпюру
8. Делаем вывод о жесткости.
9. Даем рекомендации по эксплуатации.

Форма представления результата:

Решение задач и оформление в тетради для практических работ

Тема 2.6 Изгиб

Практическая работа № 7

Расчёт на прочность при изгибе.

Цель работы:

- применять при анализе механического состояния тела терминологию технической механики;
- определять характер нагружения и напряженное состояние в точке элемента конструкций;
- проводить несложные расчеты элементов конструкции на прочность и жесткость;
- использовать справочную и нормативную документацию;
- строить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов;
- выполнять проверочные расчеты на прочность;

Выполнив работу, Вы будете уметь:

- проводить расчеты при проверке на прочность механических систем
- определять опасное сечение балки

Материальное обеспечение:

- посадочные места по количеству обучающихся;
- рабочее место преподавателя;
- индивидуальные карточки-задания;
- учебно-наглядные пособия по дисциплине «Техническая механика»
- макеты и действующие модели
- плакаты

Задание:

Определить опасное сечение балки.

Краткие теоретические сведения:

Под изгибом понимается такой вид нагружения, при котором в поперечных сечениях бруса возникают изгибающие моменты Если изгибающий момент является единственным силовым фактором, а поперечные и нормальные силы отсутствуют, то такой изгиб называется **чистым**. В большинстве случаев в поперечных сечениях бруса наряду с изгибающими моментами возникают поперечные силы. В этом случае изгиб называют **поперечным**. **Брус, работающий в основном на изгиб, называется балкой.**

На балку могут действовать **сосредоточенные** силы и моменты, а также **распределенные** по длине. Например, на рис. 2.11 F - сосредоточенная сила, M - сосредоточенный момент; на участке a приложена распределенная нагрузка от нуля до q_{max} .

При описании явления изгиба используют **геометрические характеристики поперечного сечения**, учитывающие распределение материала по высоте сечения: J_x - момент инерции сечения относительно главной оси, перпендикулярной к плоскости изгибающего момента; W_x - момент сопротивления сечения при изгибе, $W_x = J_x / y_{max}$, где y_{max} - координата точки, наиболее удаленной от нейтральной линии бруса (см. рис. 2.12, б).

Например, для прямоугольного сечения

$$J_x = \frac{bh^3}{12}; \quad W_x = \frac{bh^2}{6},$$

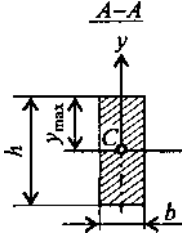
где b - ширина; h - высота сечения; для круглого поперечного сечения

$$J_x = \frac{\pi D^4}{64}; \quad W_x = \frac{\pi D^3}{32} \approx 0,1 D^3,$$

где D - диаметр сечения.

Анализ внутренних силовых факторов начинается с определения полной системы внешних сил. Рассмотрим некоторые характерные примеры и установим правила определения изгибающих моментов и поперечных сил

На рис. 2.12, *a* показана простейшая двухопорная балка, нагруженная силой F . Освобождаем балку от связей и заменяем их действие реакциями. Опора A представляет собой невесомый стержень, вдоль него. В шарнире B реакцию составляющие. Несмотря на то, что выбор безусловно, произволен, в сопротивлении направлять вдоль бруса; оси x и y должны перпендикулярной к этой оси, причем должен происходить против хода часовой конца оси z (рис. 2.12, *б*). Начало отсчета для центре тяжести поперечного сечения. В этом случае оси x и y называются **главными центральными осями поперечного сечения**.



действие реакциями. Опора поэтому реакция R_A пойдет раскладываем на две системы координат, материалов принято ось z лежать в плоскости, поворот от оси x к оси y стрелки, если смотреть с осей располагается в

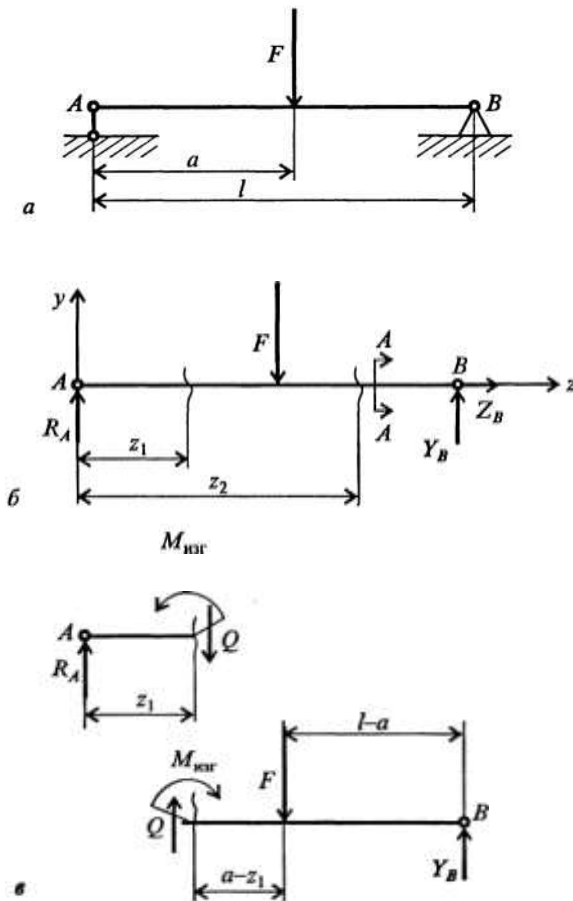


Рис. 2.12

Напряжения в брус при прямом чистом изгибе. Чистый изгиб в брус может иметь место по всей длине бруса ab (рис. 2.15, *a*) или только на его части ab (рис. 2.15, *б*). При чистом изгибе в брус возникают напряжения, непостоянные по высоте поперечного сечения. Из рис. 2.16 видно, что при изгибе бруса напряжение меняется от $+\sigma_{\text{тах}}$ до $-\sigma_{\text{тах}}$. Следовательно, в поперечных сечениях есть недеформируемые точки, которые образуют **нейтральную линию**, проходящую через центр тяжести поперечных сечений. Если изменение кривизны бруса происходит в плоскости, в которой действует изгибающий момент, и эта плоскость проходит через главные оси сечения, то такой

изгиб называется прямым.

При прямом чистом изгибе

$$\sigma_{\max} = M_{\text{изг}} / W_x.$$

Расчет на прочность при изгибе по методике аналогичен расчетам на прочность при растяжении и кручении. Подсчитываются напряжения в сечениях по длине бруса и из них (по эпюре напряжений) выбирается наибольшее. После чего из условия

$$\sigma_{\max \text{ наиб}} \leq [\sigma]_{\text{р,сж}}$$

ческие размеры поперечного сечения бруса.

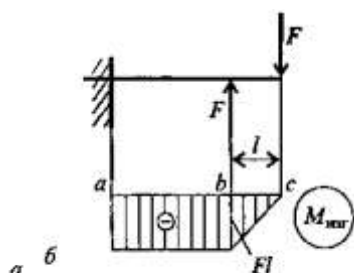


Рис. 2.15

Порядок выполнения работы:

1. Изучите теоретический материал по данной теме
2. Изучите алгоритм выполнения работы по конспекту, или методическим указаниям
3. Решите задачу и оформите ее в соответствии с требованиями к оформлению, принятыми в колледже.
4. Сформулируйте вывод.
5. Защитите работу.

Ход работы:

1. Показываем реакции в опорах и определяем их значение. Правило знаков – Часы
2. Делаем вывод №1 о более нагруженной опоре.
3. Строим эпюру Q, начиная с левой стороны балки – по правилу гимнаста (акробата)
4. Делаем вывод №2. По эпюре Q предположим, что опасным является сечение в точке приложения силы F_1 - мах скачок.
5. Расставляем характерные точки в местах приложения сил и моментов.
6. Определяем изгибающиеся моменты относительно данных точек, начиная с левой стороны балки. Держим балку в заданной точке в правой руке, рассматривая каждую силу отдельно.
7. Определяем изгибающие моменты справа. Держим линейку в левой руке.
8. Строим эпюру M_{II}
9. Делаем вывод №3 о нахождении опасного сечения балки – мах M без учета знака.
10. Проверяем предложенное сечение на прочность и экономичность.
11. Делаем вывод №4 о прочности и экономичности выбранного сечения, даем рекомендации по эксплуатации.

Форма представления результата:

Решение задач и оформление в тетради для практических работ.

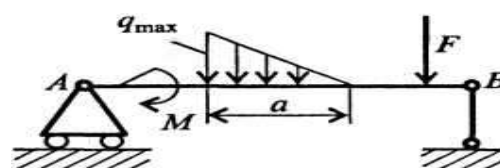


Рис. 2.11

Тема 5.4. Зубчатые передачи

Практическая работа № 8 Составление кинематических схем приводов.

Цель работы: научиться

- составлять схемы различных механических систем и рассчитывать их;
- выбирать тип механической передачи для преобразования одного вида движения в другой;
- производить кинематические и силовые расчеты многоступенчатого привода, оперируя понятиями «передаточное отношение» КПД.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- составлять схемы различных механических систем и рассчитывать их
- выбирать тип механической передачи для преобразования одного вида движения в другой;

Материальное обеспечение:

- посадочные места по количеству студентов;
- рабочее место преподавателя;
- индивидуальные карточки-задания;
- учебно-наглядные пособия по дисциплине «Техническая механика»
- макеты и действующие модели
- плакаты

Задание:

Выбрать электродвигатель и определить основные характеристики привода

Порядок выполнения работы:

1. Изучите теоретический материал по данной теме
2. Изучите алгоритм выполнения работы по конспекту, или методическим указаниям
3. Решите задачу и оформите ее в соответствии с требованиями к оформлению, принятыми в колледже.
4. Сформулируйте вывод.
5. Защитите работу.

Ход работы:

1. Находим общий КПД привода
2. Находим мощность на валу барабана
3. Находим требуемую мощность электродвигателя
4. Находим угловую скорость барабана
5. Находим частоту вращения барабана
6. Выбираем электродвигатель по таблице П1
7. Находим номинальную частоту вращения двигателя.
8. Находим угловую скорость двигателя
9. Находим передаточное отношение
10. Выбираем передаточное число редуктора по ГОСТ 2185-66
11. Выбираем передаточное число цепи
12. Заполняем таблицу №1: Частота вращения и угловая скорость валов редуктора и приводного барабана.
13. Находим вращающий момент на валу шестерни
14. Находим вращающий момент на валу колеса

Форма представления результата:

Решение задач и оформление в тетради для практических работ