

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
ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

по учебной дисциплине

**ОП.04 ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА
для студентов специальности**

**13.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и
электромеханического оборудования (по отраслям)
базовой подготовки**

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

В.Я. Самарина

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 13.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям), 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.....	8
Практическая работа 3 Определение реакций в жесткой заделке.....	10
Практическая работа 4 Определение центра тяжести фигуры составленной из прокатных профилей.....	11
Практическая работа 5 Расчет на прочность при растяжении и сжатии. Расчет рационального сечения бруса	14
Практическая работа 6 Перемещение свободного края бруса	17
Практическая работа 7 Расчеты на срез и смятие.....	18
Практическая работа 8 Расчёт на прочность, жёсткость при кручении	19
Практическая работа 9 Проектный расчёт на прочность, жёсткость и экономичность при кручении.....	21
Практическая работа 10 Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов..	24
Практическая работа 11 Определение опасного сечения балки. Выбор рационального сечения при изгибе.....	26
Практическая работа 12 Решение задач по разделу Кинематика.....	29
Практическая работа 13 Составление кинематических схем приводов	30
Практическая работа 14 Изучение конструкций различных типов редукторов.....	31

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 напряжения в конструкционных элементах;
- определять передаточное отношение;
- проводить расчет и проектировать детали и сборочные единицы общего назначения;
- проводить сборочно-разборочные работы в соответствии с характером соединений деталей и сборочных единиц;
- производить расчеты на сжатие, срез и смятие;
- производить расчеты элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость;
- собирать конструкции из деталей по чертежам и схемам;
- читать кинематические схемы.

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

ПК 1.1. Выполнять наладку, регулировку и проверку электрического и электромеханического оборудования.

ПК 1.2. Организовывать и выполнять техническое обслуживание и ремонт электрического и электромеханического оборудования.

ПК 1.3. Осуществлять диагностику и технический контроль при эксплуатации электрического и электромеханического оборудования.

ПК 2.1. Организовывать и выполнять работы по эксплуатации, обслуживанию и ремонту бытовой техники.

ПК 2.2. Осуществлять диагностику и контроль технического состояния бытовой техники.

ПК 2.3. Прогнозировать отказы, определять ресурсы, обнаруживать дефекты электробытовой техники.

А также формированию общих компетенций:

ОК1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК7.Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.

ОК 8.Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9.Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

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

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

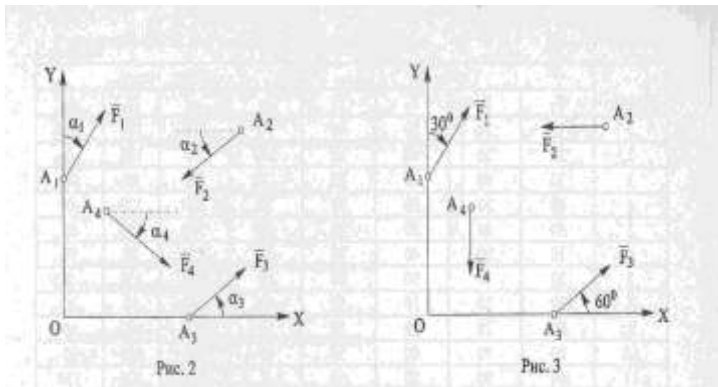
$$\sum F_{iy} = 0;$$

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

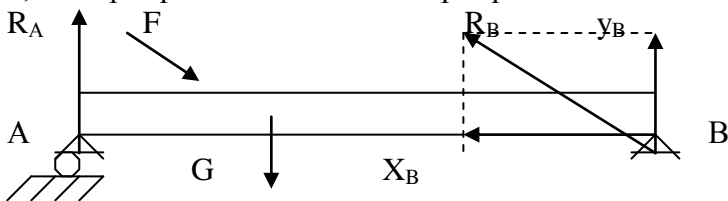
5. Определить величину равнодействующей

Форма представления результата:

Решение задач и оформление в тетради для практических работ



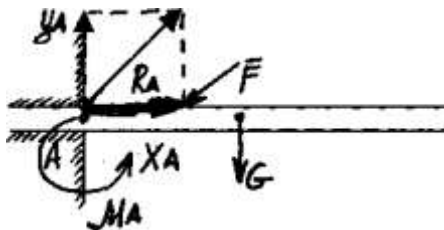
1,2. Шарнирно-подвижная и шарнирно-неподвижная опора.



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:

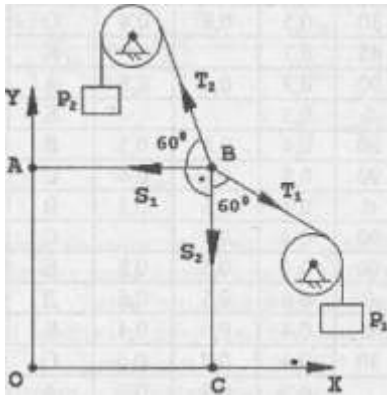
1. Рассмотрим равновесие точки В, где сходятся стержни и закреплены канаты

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.

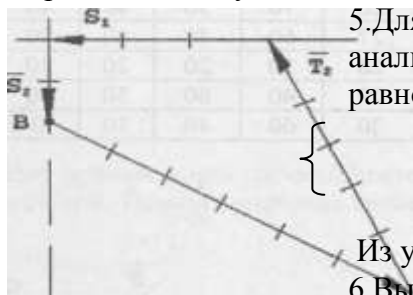


3. Расставим схему сил, действующих на точку В.

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

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если расчет выполнен в полном объеме, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если при выполнении задания допущены незначительные ошибки, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если задание выполнено с «грубыми» ошибками, решение оформлено без соблюдения установленных правил;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если работа не выполнена.

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:

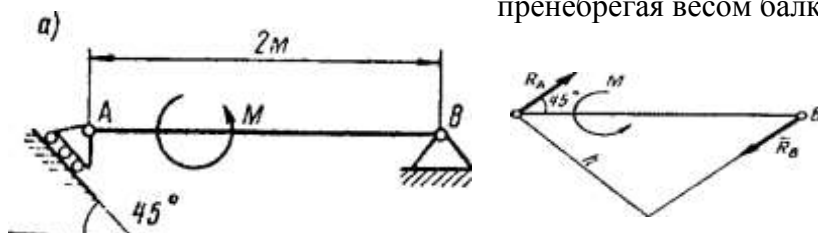
- посадочные места по количеству обучающихся;
- рабочее место преподавателя;
- индивидуальные карточки-задания;
- учебно-наглядные пособия по дисциплине «Техническая механика»
- макеты и действующие модели
- плакаты

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 M , 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.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если расчет выполнен в полном объеме, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;

- оценка «хорошо» выставляется студенту, если при выполнении задания допущены незначительные ошибки, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;

- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если задание выполнено с «грубыми» ошибками, решение оформлено без соблюдения установленных правил;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если работа не выполнена.

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).

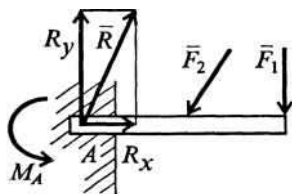


Рис. 1.12

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:

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.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если расчет выполнен в полном объеме, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;

- оценка «хорошо» выставляется студенту, если при выполнении задания допущены незначительные ошибки, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;

- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если задание выполнено с «грубыми» ошибками, решение оформлено без соблюдения установленных правил;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если работа не выполнена.

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.

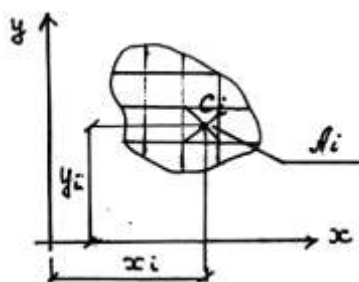


Рис. 1 Плоская фигура

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)

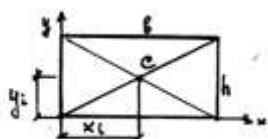


Рис. 2 Прямоугольник

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

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

$$A = b \cdot h$$

б)

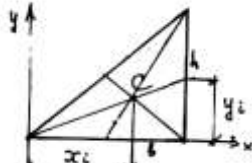


Рис. 3 Треугольник

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

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

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

в)

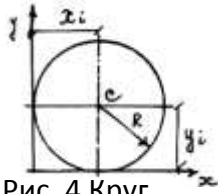


Рис. 4 Круг

$$x_i = R$$

$$y_i = R$$

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

г)

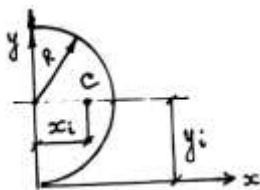


Рис. 5 Полукруг

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

$$y_i = R$$

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

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).

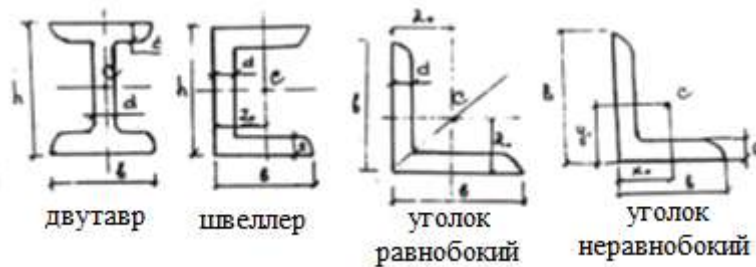


Рис. 6 Сортамент прокатной стали

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).

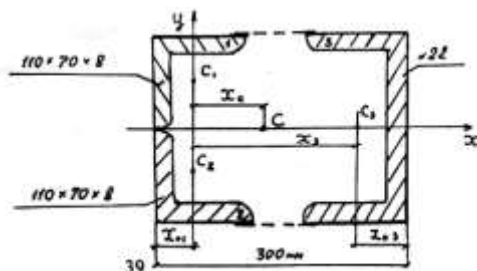


Рис. 7 Расчетная схема

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: $B = 11\text{ см}; b = 7\text{ см}; d = 0,8\text{ см}; A = 13,9\text{ см}^2$

$x_0 = 1,64\text{ см}; y_0 = 3,61\text{ см}$.

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

$t = 0,95\text{ см}; A = 26,7\text{ см}^2$.

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

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

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.

Форма представления результата:

Решение задач и оформление в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если расчет выполнен в полном объеме, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;

- оценка «хорошо» выставляется студенту, если при выполнении задания допущены незначительные ошибки, решение оформлено с соблюдением установленных правил;

студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;

- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если задание выполнено с «грубыми» ошибками, решение оформлено без соблюдения установленных правил;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если работа не выполнена.

Тема 2.2 Растяжение и сжатие

Практическая работа № 5

Расчёт на прочность при растяжении и сжатии.

Расчет рационального сечения бруса

Цель: в результате выполнения работы студент должен уметь с помощью метода сечений проводить конструирование бруса с учетом полученных значений из условия прочности.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- производить расчеты механических передач и простейших сборочных единиц;
- определять напряжения в конструктивных элементах.

Материальное обеспечение:

Конспект лекций, интернет-ресурсы, линейка, карандаш, ластик

Задание:

Груз закреплен на стержнях, материал стержней сталь, допускаемое напряжение при растяжении – сжатии $[\sigma] = 160$ МПа, вес груза 100 кН. Длина первого стержня – 2 м, длина второго стержня – 1 м.

Краткие теоретические сведения:

	<p>Дано: $F = 100$ кН $\alpha = 90^\circ$ $\beta = 60^\circ$ $l_2 = 1$ м $l_1 = 2$ м</p> <p>Найти: A_1 A_2 Δl_1 Δl_2</p> <p>Решение:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Изображаем на схеме реакции связей стержней. (рис. а) 2. Приводим вектора к точке В, и принимаем оси X и Y. (рис. б) 3. Составляем уравнение равновесия относительно оси X. $\Sigma F_x = 0; R_1 - R_2 \cdot \cos 60^\circ = 0$ 4. Составляем уравнение равновесия относительно оси Y. $\Sigma F_y = 0; -F_1 + R_2 \cdot \cos 30^\circ = 0$ 5. Выражаем неизвестные реакции. $R_2 = \frac{F_1}{\cos 30^\circ} = \frac{100}{0.866} = 115.5 \text{ кН}$ <p>Направление реакции выбрано верно.</p> $R_1 = R_2 \cdot \cos 60^\circ = 115,5 \cdot 0,5 = 57,4 \text{ кН}$ <p>Направление реакции выбрано верно.</p> 6. Определяем требуемую площадь для первого стержня из условия прочности. $A_1 \geq \frac{N_1}{[\sigma]} = \frac{57.4 \cdot 10^3}{160} = 358.75 \text{ мм}^2$
--	--

	<p>Тогда для круглого сечения радиус определяем по формуле.</p> $R_1 = \sqrt{\frac{A_1}{\pi}} = \sqrt{\frac{358.75}{3.14}} = 10.68 \text{ мм}$ <p>7. Определяем требуемую площадь для второго стержня из условия прочности.</p> $A_2 \geq \frac{N_2}{[\sigma]} = \frac{115,5 \cdot 10^3}{160} = 772 \text{ мм}^2$ <p>Тогда для круглого сечения радиус определяем по формуле.</p> $R_2 = \sqrt{\frac{A_2}{\pi}} = \sqrt{\frac{772}{3.14}} = 15,2 \text{ мм}$ <p>8. Определяем удлинение стержней. При этом значение длины стержня переводим в метры, 10^3. Поперечную силу переводим в Н, избавляясь от приставки кило 10^3. Модуль упругости для стали $E = 2 \cdot 10^5$ МПа.</p> $\Delta l_1 = \frac{N_1 \cdot l_1}{A_1 \cdot E} = \frac{57.4 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^3}{358.75 \cdot 2 \cdot 10^5} = 1.2 \text{ мм}$ $\Delta l_2 = \frac{N_2 \cdot l_2}{A_2 \cdot E} = \frac{115,5 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 10^3}{772 \cdot 2 \cdot 10^5} = 0,8 \text{ мм}$ <p>Ответ: $A_1 = 358,75 \text{ мм}^2$, $A_2 = 115,5 \text{ мм}^2$, $\Delta l_1 = 1,2 \text{ мм}$, $\Delta l_2 = 0,8 \text{ мм}$.</p>
--	--

Порядок выполнения работы:

- 1 Оформить работу в тетрадь.
- 2 По алгоритму выполнить решение.

Форма представления результата:

Оформленная задача в тетради для практических и лабораторных работ

Критерии оценки:

- Оценка 3 – верно посчитаны площади.
- Оценка 4 – верно посчитаны удлинения стержня.
- Оценка 5 – устная защита работы по конспекту.

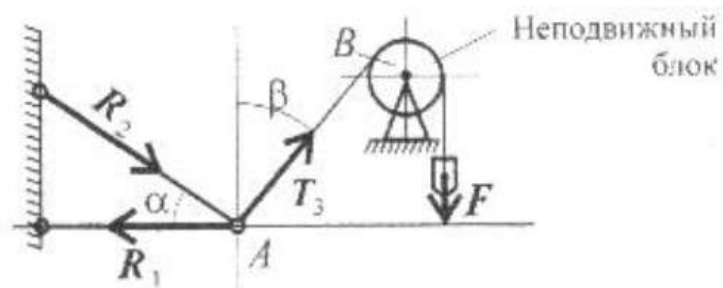
Самостоятельная работа:

Расчетно-графическая работа.

Груз закреплен на стержнях, материал стержней сталь, допускаемое напряжение при растяжении – сжатии $[\sigma] = 160$ МПа, вес груза 100 кН. Длина первого стержня – 2 м, длина второго стержня – 1 м. Данные для своего варианта взять из таблицы.

Вариант	α , град	β , град	F, кН
1	30	60	100
2	15	60	110
3	45	60	120
4	30	45	130
5	15	45	140
6	60	45	150
7	30	60	160
8	45	60	170
9	15	45	180

10	45	30	190
11	60	30	100
12	60	15	110
13	60	45	120
14	45	30	130
15	45	15	140
16	45	60	150
17	60	30	160
18	60	45	170
19	45	15	180
20	30	45	190
21	30	60	190
22	15	60	180
23	45	60	170
24	30	45	160
25	15	45	150
26	60	45	140
27	30	60	130
28	45	60	120
29	15	45	110
30	45	30	100



Форма представления результата:

Решение задач и оформление в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если расчет выполнен в полном объеме, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если при выполнении задания допущены незначительные ошибки, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если задание выполнено с «грубыми» ошибками, решение оформлено без соблюдения установленных правил;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если работа не выполнена.

Тема 2.2. Растяжение и сжатие

Практическая работа 6 Перемещение свободного края бруса

Цель работы: определить горизонтальное, вертикальное перемещение и угол поворота свободного конца бруса.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- определять горизонтальное, вертикальное перемещение в конструктивных элементах.
- научиться определять процент пере - или недогрузки наиболее нагруженного бруса (стержня).

Материальное обеспечение:

Конспект лекций, учебники, интернет-ресурсы, линейка, карандаш, ластик.

Задание:

Задача 1. Дана схема нагружения и размеры бруса до деформации. Брус зашпелен, определить перемещение свободного конца. Балка зашпелена, в заделке возникает неизвестная реакция в опоре, поэтому расчет начинаем со свободного конца (справа).

Два участка нагружения: участок 1: $N_1 = + 25$ кН; растянут; участок 2: $25 - 60 + N_2 = 0$; $N_2 = - 35$ кН; сжат. Три участка по напряжениям. Удлинения участка (материал – сталь $E = 2 \cdot 10^5$ МПа). Суммарное удлинение бруса (перемещение свободного конца). $\Delta l = \Delta l_2 + \Delta l_3$; $\Delta l = 0,125 + 0,05 - 0,07 = 0,105$ мм.

Задание 2.

Для данного стального ступенчатого бруса построить эпюру продольных сил и нормальных напряжений; определить перемещение свободного конца Δl ; произвести проверочный расчет, если $[s] = 160$ МПа. $F_1 = 30$ кН; $F_2 = 38$ кН; $F_3 = 42$ кН; $A_1 = 1,9$ см²; $A_2 = 3,1$ см²

Порядок выполнения работы:

1. Брус ступенчатый, поэтому следует построить эпюры продольных сил и нормальных напряжений. Делим брус на участки нагружения, определяем продольные силы, строим эпюру продольных сил.

2. Определяем величины нормальных напряжений по сечениям с учетом изменений площади поперечного сечения. Строим эпюру нормальных напряжений.

3. На каждом участке определяем абсолютное удлинение.

4. Результаты алгебраически суммируем.

Форма представления результата:

Решение задач и оформление в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если расчет выполнен в полном объеме, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;

- оценка «хорошо» выставляется студенту, если при выполнении задания допущены незначительные ошибки, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;

- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если задание выполнено с «грубыми» ошибками, решение оформлено без соблюдения установленных правил;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если работа не выполнена.

Тема 2.3 Практические расчеты на срез и смятие

Практическая работа 7 Расчеты на срез и смятие

Цель: в результате выполнения работы студент должен знать расчет на смятие и срез.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- определять напряжения в конструктивных элементах.
- производить расчеты на сжатие, срез и смятие
- производить расчеты элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость

Материальное обеспечение:

Конспект лекций, учебники, интернет-ресурсы, линейка, карандаш, ластик.

Задание:

Определить требуемое количество заклепок для передачи внешней нагрузки из расчета на срез и смятие. Допускаемые напряжения $[\sigma] = 160$ МПа, $[\sigma_{см}] = 200$ МПа, $[\tau_c] = 100$ МПа.

Порядок выполнения работы:

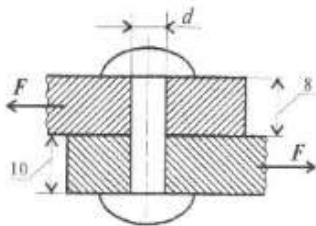
1. делим брус на участки по методу сечений и рассчитываем крутящий момент на каждом участке.
2. определяем величины полярные моменты сопротивления по сечениям с учетом изменения площади поперечного сечения.
3. выражаем диаметра ступеней.

Ход работы:

1. Изобразить схему
2. Определить кол-во заклепок

Решение:

1. Изображаем расчетную схему.



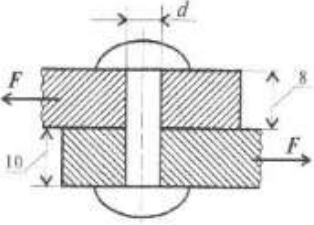
2. Определяем количество заклепок z из расчета на сдвиг. Силу переводим в Н, умножая на 10^3 . Площадь заклепки на сдвиг определяем как площадь круга $3,14 \cdot 8^2$.

$$z \geq \frac{F}{A_c \cdot [\tau_c]} = \frac{120 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 8^2 \cdot 100} = 5,97 \approx 6$$

3. Определяем количество заклепок из расчета на смятие. Силу переводим в Н, умножая на 10^3 . Площадь заклепки на смятие $A_{см} = d \cdot \delta_{min} = 8 \cdot 16$.

$$z \geq \frac{F}{A_{см} \cdot [\sigma_{см}]} = \frac{120 \cdot 10^3}{8 \cdot 16 \cdot 300} = 3.12$$

Ответ: Принимаем $z = 6$, т.к. если примем 3 то соединение не выдержит проверку на сдвиг.

<p>Дано:</p> <p>$F = 120$ кН</p> <p>$[\tau] = 100$ Н/мм²</p> <p>$[\sigma] = 100$ Н/мм²</p>	<p>Решение:</p> 
<p>Найти: z</p>	<p>Ответ:</p>

Критерии оценки:

- оценка «**отлично**» выставляется студенту, если расчет выполнен в полном объеме, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;

- оценка «**хорошо**» выставляется студенту, если при выполнении задания допущены незначительные ошибки, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;

- оценка «**удовлетворительно**» выставляется студенту, если задание выполнено с «грубыми» ошибками, решение оформлено без соблюдения установленных правил;

- оценка «**неудовлетворительно**» выставляется студенту, если работа не выполнена.

Тема 2.5. Кручение

Практическая работа 8 Расчёт на прочность, жёсткость при кручении

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:

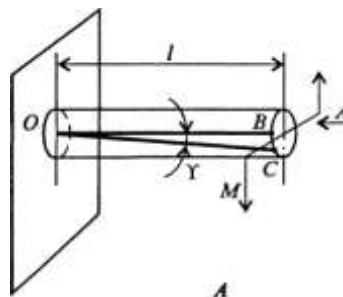
Под кручением понимается такой вид нагружения, при котором в поперечных сечениях возникает только крутящий момент. Прочие внутренние силовые факторы (нормальная и поперечные силы, изгибающие моменты) равны нулю.

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 OB искривляется и занимает положение OC . 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 ρ поперечных сечений остаются прямыми после деформации, поворачиваясь на некоторый угол φ ;
- для внутренних крутящих моментов принято следующее правило знаков: если наблюдатель смотрит на поперечное сечение со стороны внешней нормали и видит внутренний крутящий момент $M_{кр}$ направленным против хода часовой стрелки, то момент считается положительным.

Таким образом, при кручении в поперечном сечении бруса возникают касательные напряжения (чистый сдвиг).

Существуют понятия угла закручивания ϕ и относительного угла закручивания θ :



$$\theta = \phi/l.$$

Касательные напряжения τ при кручении распределяются по сечению неравномерно: в центре они равны нулю, а на максимальной окружности поперечного сечения - максимальному значению τ_{max} . Поэтому расчет ведется по τ_{max} . Значение касательного

напряжения зависит от внутреннего крутящего момента и геометрической характеристики поперечного сечения:

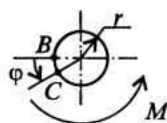


Рис. 2.9

где W_p есть **полярный момент сопротивления**.

Для сплошного поперечного сечения диаметром D $W_p = 0,2D^3$;
для кольцевого сечения (полый вал) $W_p = 0,25\pi D^3(1-d^4/D^4)$, 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.
$$\varphi = \frac{M_{кр} l}{GJ_p}$$
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

Критерии оценки:

- оценка «**отлично**» выставляется студенту, если расчет выполнен в полном объеме, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;
- оценка «**хорошо**» выставляется студенту, если при выполнении задания допущены незначительные ошибки, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;
- оценка «**удовлетворительно**» выставляется студенту, если задание выполнено с «грубыми» ошибками, решение оформлено без соблюдения установленных правил;
- оценка «**неудовлетворительно**» выставляется студенту, если работа не выполнена.

Тема 2.5. Кручение

Практическая работа 9 Проектный расчёт на прочность, жёсткость и экономичность при кручении

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.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- определять напряжения в конструктивных элементах.
- производить расчеты на сжатие, срез и смятие
- производить расчеты элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость

Материальное обеспечение:

Конспект лекций, учебники, интернет-ресурсы, линейка, карандаш, ластик.

Задание:

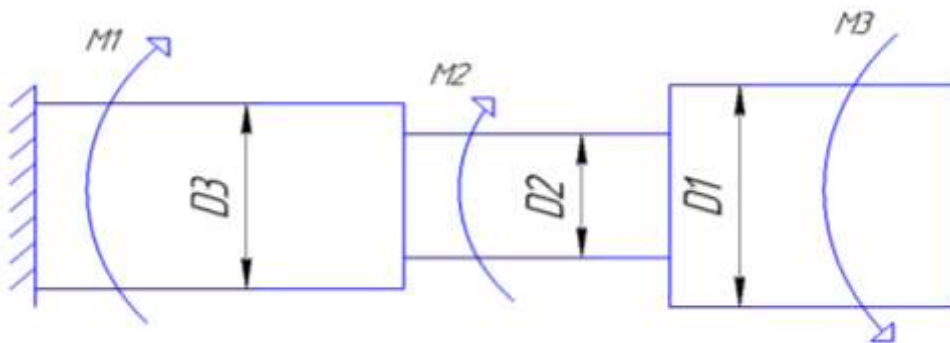
1. Определить по методу сечений крутящие моменты.
2. По условию прочности рассчитать размеры каждой ступени.

Порядок выполнения работы:

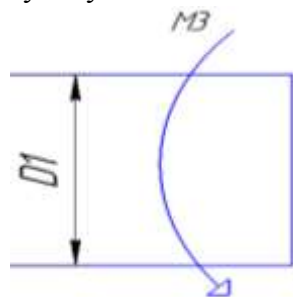
1. делим брус на участки по методу сечений и рассчитываем крутящий момент на каждом участке.
2. определяем величины полярные моменты сопротивления по сечениям с учетом изменения площади поперечного сечения.
3. выражаем диаметра ступеней.

Ход работы:

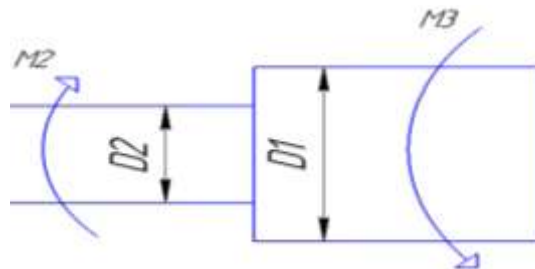
Решение:



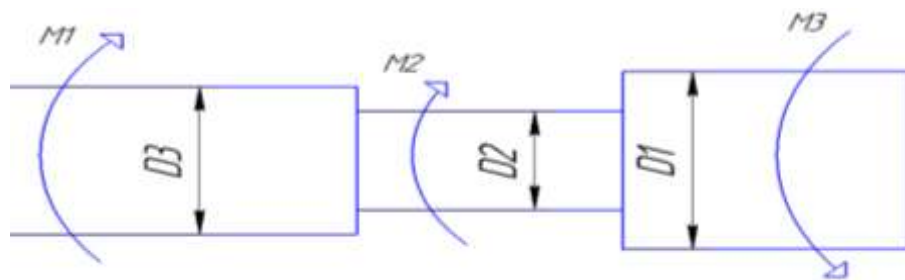
1. Разбить балку на участки.



1)участок



2)участок



3)участок

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

$$M_{кр1} = -M3 = -5 \text{ кН*м}$$

$$M_{кр2} = -M3 + M2 = -5 + 10 = 5 \text{ кН*м}$$

$$M_{кр3} = -M3 + M2 - M1 = -5 + 10 - 30 = -25 \text{ кН*м}$$

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.

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

$$D1 = \sqrt[3]{\frac{W_{p1}}{0,2}} = \sqrt[3]{\frac{35714,28}{0,2}} = 56 \text{ мм}$$

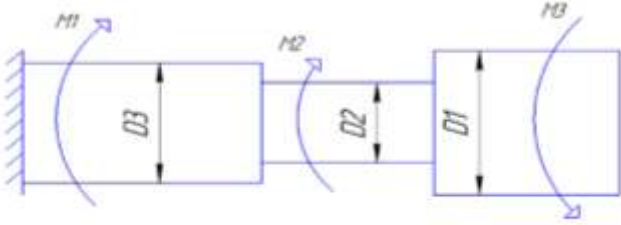
$$D2 = \sqrt[3]{\frac{W_{p2}}{0,2}} = \sqrt[3]{\frac{35714,28}{0,2}} = 56 \text{ мм}$$

$$D3 = \sqrt[3]{\frac{W_{p3}}{0,2}} = \sqrt[3]{\frac{178571,4}{0,2}} = 96 \text{ мм}$$

Изобразить на схеме брус с расчетными диаметрами.

Ответ: Уточненные $D3 = 96 \text{ мм}$, $D2 = 56 \text{ мм}$, $D1 = 56 \text{ мм}$.

Форма представления результата:

<p>Дано: $M1 = 30 \text{ кН*м}$ $M2 = 10 \text{ кН*м}$ $M3 = 5 \text{ кН*м}$ $[\tau] = 140 \text{ Н/мм}^2$</p>	<p>Решение:</p>  <p>Ответ:</p>
<p>Найти: рациональные сечения.</p>	

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если расчет выполнен в полном объеме, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;

- оценка «хорошо» выставляется студенту, если при выполнении задания допущены незначительные ошибки, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;

- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если задание выполнено с «грубыми» ошибками, решение оформлено без соблюдения установленных правил;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если работа не выполнена.

Тема 2.6. Изгиб

Практическая работа 10 Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов

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.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- производить расчеты механических передач и простейших сборочных единиц;
- определять напряжения в конструкционных элементах.

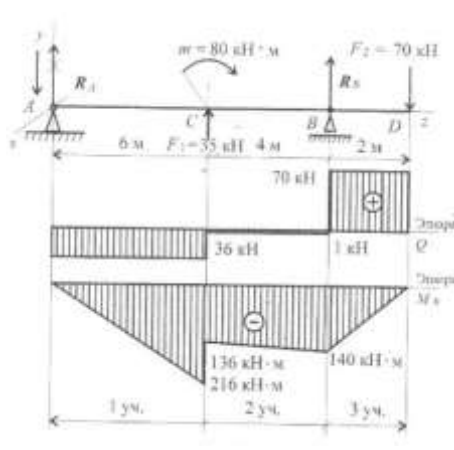
Материальное обеспечение:

Конспект лекций, интернет-ресурсы, линейка, карандаш, ластик

Задание:

По методу сечений построить эпюры изгибающих моментов и поперечной силы. Определить опасное сечение.

Краткие теоретические сведения:

 <p>The diagram shows a beam of total length 10m. It is supported by a pin at A (left) and a roller at B (right). A force $F_1 = 30$ kN is applied downwards at 6m from A. A counter-clockwise moment $M = 55$ kN·m is applied at 4m from A. A force $F_2 = 70$ kN is applied upwards at 2m from B. The shear force diagram (Q) shows a constant value of -36 kN from A to 6m, a jump to 1 kN at 6m, a constant value of 1 kN from 6m to 10m, and a jump to 0 at B. The bending moment diagram (M) shows a linear increase from 0 at A to 136 kN·m at 6m, a jump to 216 kN·m at 6m, a linear decrease to 140 kN·m at B, and a jump to 0 at B. The beam is divided into three sections: 1st section (0-6m), 2nd section (6-10m), and 3rd section (10-10m).</p>	<p>Дано: $F_1 = 30$ кН $M = 55$ кН·м</p> <p>Найти: d</p> <p>Решение: 1. Определяем реакции опор, составляя уравнения равновесия.</p> $\sum M_A = 0; -F_1 \cdot 6 + M - R_B \cdot 10 + F_2 \cdot 12 = 0$ $R_B = \frac{-F_1 \cdot 6 + M + F_2 \cdot 12}{10} = 71 \text{ кН}$ <p>Реакция направлена верно</p> $\sum M_B = 0; R_A \cdot 10 + M - F_2 \cdot 2 + F_1 \cdot 4 = 0$ $R_A = \frac{-M + F_2 \cdot 2 - F_1 \cdot 4}{10} = -36 \text{ кН}$ <p>Знак минус говорит о том что реакция направлена неверно. Меняем направление реакции на схеме.</p> $\sum F_y = 0; -R_A + F_1 + R_B - F_2 = 0$ <p>Проверка сошлась, значит реакции определили верно.</p> <p>2. Для упрощения расчета можно использовать расчет внутренних факторов по характерным точкам. В точке А приложена реакция направленная вниз.</p> $Q_a = R_a = -36 \text{ кН}$
---	--

	$M_a = 0$ <p>В точке С приложена внешняя сила направленная вверх – скачок вверх на величину 35 кН. С другой стороны момент 80 кН·м, следовательно появляется скачок момента.</p> $M_c^{\text{слева}} = R_a \cdot 6 = -36 \cdot 6 = -216 \text{ кН} \cdot \text{м}$ $M_c^{\text{справа}} = M_c^{\text{слева}} + M = -216 + 80 = -136 \text{ кН} \cdot \text{м}$ $Q_c = -R_a + F_1 = -36 + 35 = -1 \text{ кН}$ <p>В точке В слева и справа момент имеет одинаковые значения.</p> $M_B = -R_a \cdot 10 + F_1 \cdot 4 + M = -36 \cdot 10 + 35 \cdot 4 + 80$ $= -140 \text{ кН} \cdot \text{м}$ $Q_B = F_2 = 70 \text{ кН}$ <p>Точка Д приложена сила.</p> $Q_D = F_2 = 70 \text{ кН}$ $M_D = 0$ <p>3. Строим эпюры Q и $M_{\text{изг}}$. 4. Подбираем размеры балки в опасном сечении по условию прочности.</p> $W_x = \frac{M_B}{[\sigma]} = \frac{216 \cdot 10^6}{160} = 1350 \cdot 10^3 \text{ мм}^3$ <p>Выбираем двутавр №50. Ответ: Выбираем двутавр №50.</p>
--	--

Порядок выполнения работы:

- 1 Оформить работу в тетрадь.
- 2 По алгоритму выполнить решение.

Форма представления результата:

Оформленная задача в тетради для практических и лабораторных работ

Критерии оценки:

Оценка 3 – верно определены поперечные силы участков.

Оценка 4 – верно определены моменты изгибов.

Оценка 5 – устная защита работы по конспекту.

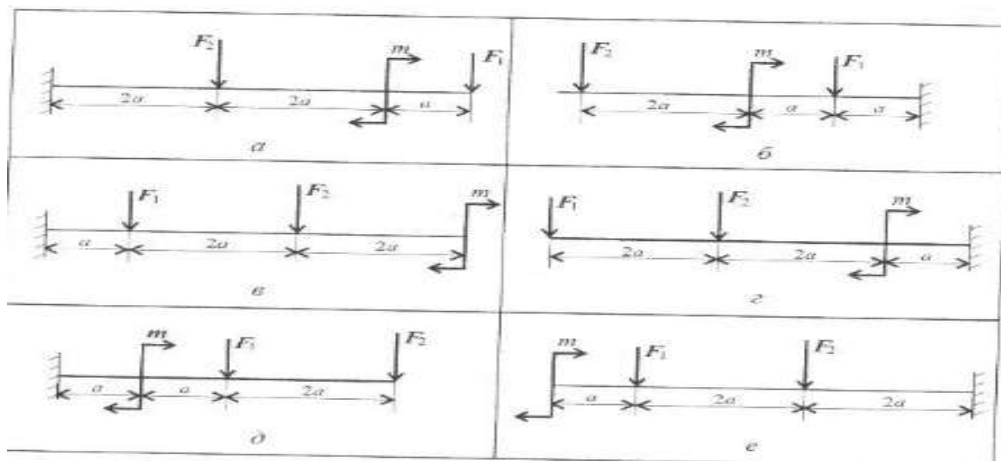
Самостоятельная работа:

Расчетно-графическая работа.

По методу сечений построить эпюры изгибающих моментов и поперечной силы. Определить опасное сечение. Данные для своего варианта взять из таблицы.

Вариант	$M_1, \text{Н} \cdot \text{м}$	$F_1, \text{кН}$	$F_2, \text{кН}$	$a, \text{м}$	Схема
1	3	10	4,4	0,2	а
2	4	11	4,8	0,2	б
3	5	12	7,8	0,3	в
4	6	13	8,4	0,3	г
5	7	14	12	0,4	д
6	7	15	12,8	0,4	е
7	6	16	17	0,5	а
8	5	17	18	0,5	б
9	4	18	22,8	0,6	в
10	3	19	24	0,6	г
11	4,4	3	10	0,2	д
12	4,8	4	11	0,2	е
13	7,8	5	12	0,3	а

14	8,4	6	13	0,3	б
15	12	7	14	0,4	в
16	12,8	7	15	0,4	г
17	17	6	16	0,5	д
18	18	5	17	0,5	е
19	22,8	4	18	0,6	а
20	24	3	19	0,6	б
21	10	4,4	3	0,2	в
22	11	4,8	4	0,2	г
23	12	7,8	5	0,3	д
24	13	8,4	6	0,3	е
25	14	12	7	0,4	а
26	15	12,8	7	0,4	б
27	16	17	6	0,5	в
28	17	18	5	0,5	г
29	18	22,8	4	0,6	д
30	19	24	3	0,6	е



Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если расчет выполнен в полном объеме, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если при выполнении задания допущены незначительные ошибки, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если задание выполнено с «грубыми» ошибками, решение оформлено без соблюдения установленных правил;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если работа не выполнена.

Тема 2.6. Изгиб

Практическая работа 11 Определение опасного сечения балки. Выбор рационального сечения 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:

Напряжения в брусе при прямом чистом изгибе. Чистый изгиб в брусе может иметь место по всей длине бруса *ab* (рис. 1) или только на его части *ab* (рис. 2). При чистом изгибе в брусе возникают напряжения, непостоянные по высоте поперечного сечения. Из рис. 2.16 видно, что при изгибе бруса напряжение меняется от $+\sigma_{\max}$ до $-\sigma_{\max}$. 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

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

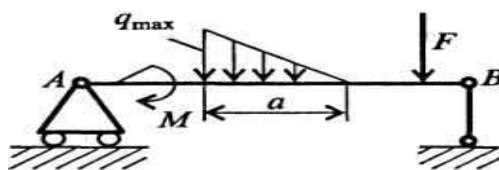


Рис. 1.

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 определяются геометрические размеры поперечного сечения бруса.

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

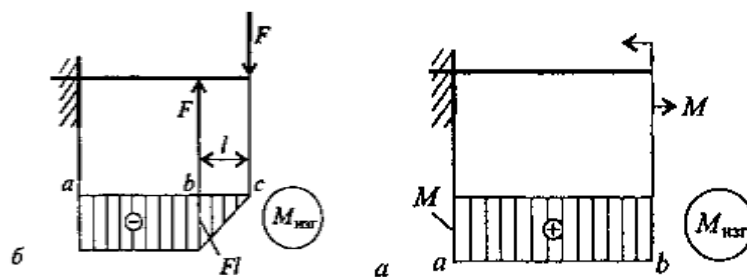


Рис. 2.

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 точки 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''
9. Делаем вывод №3 о нахождении опасного сечение 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.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если расчет выполнен в полном объеме, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;

- оценка «хорошо» выставляется студенту, если при выполнении задания допущены незначительные ошибки, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;

- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если задание выполнено с «грубыми» ошибками, решение оформлено без соблюдения установленных правил;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если работа не выполнена.

Тема 3.2. Простейшие движения твердого тела Практическая работа 12 Решение задач по разделу Кинематика

Цели: - закрепить определение механического и поступательного движение на решении конкретных задач;

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- производить расчеты механических передач и простейших сборочных единиц;
- читать кинематические схемы;
- определять напряжения в конструкционных элементах.

Материальное обеспечение:

Конспект лекций, интернет-ресурсы, линейка, циркуль, карандаш, ластик

Задание:

Задача №1

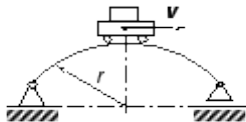
Скорость точек поверхности, шлифовального круга не должна превышать 68м/с. Радиус шлифовального круга равен 15 см. Определите максимальное центростремительное ускорение любой точки поверхности шлифовального круга.

Автомобиль движется по круглому арочному мосту радиуса $r=50$ м согласно уравнению $S=0,2t^3-t^2+0,6t$ (S – [м], t – [с]).

Задача №2

Построить графики перемещения, скорости и касательного ускорения для первых пяти секунд движения. На основании анализа построенных графиков указать: участки ускоренного и замедленного движения. Определить полное ускорение автомобиля в момент времени две секунды. Закон движения автомобиля $S=0,2t^3-t^2+0,6t$; $t=5$ мин.

Автомобиль движется по круглому арочному мосту радиуса r согласно уравнению $S=At^3+Bt^2+Ct+D$ (S – [м], t – [с]).



Контрольные вопросы:

1. Объяснить выражение “ задать движение точки ”?
2. Какие способы задания движения точки используются при описании движения и при решении задач?
3. Как определяются векторы скорости и ускорения точки при векторном способе задания ее движения?
4. Как по величине и по направлению определяются векторы скорости и ускорения точки при координатном способе задания движения?
5. Что задается при естественном способе задания движения точки?
6. Как определяется по величине, что характеризует и как направлено касательное ускорение точки?
7. Как определяется по величине, что характеризует и как направлено нормальное ускорение точки?
8. Как перейти от векторного способа задания движения к координатному?
9. Как перейти от координатного способа задания движения к естественному?

Форма представления результата:

Решение задач и оформление в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

- оценка «**отлично**» выставляется студенту, если расчет выполнен в полном объеме, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;

- оценка «**хорошо**» выставляется студенту, если при выполнении задания допущены незначительные ошибки, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;

- оценка «**удовлетворительно**» выставляется студенту, если задание выполнено с «грубыми» ошибками, решение оформлено без соблюдения установленных правил;

- оценка «**неудовлетворительно**» выставляется студенту, если работа не выполнена.

Тема 5.4. Зубчатые передачи

Практическая работа 13 Составление кинематических схем приводов

Цель: иметь представление о расположении передач в приводе и уметь читать кинематические схемы.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- производить расчеты механических передач и простейших сборочных единиц;
- читать кинематические схемы;
- определять напряжения в конструктивных элементах.

Материальное обеспечение:

Конспект лекций, интернет-ресурсы, линейка, циркуль, карандаш, ластик

Задание:

Изучить последовательность работы привода и вычертить схему согласно заданию, указать позиции на схеме.

Краткие теоретические сведения:

	<p>Дано: Описание привода</p> <p>Найти: Составить кинематическую схему</p> <p>Решение: 1. Исходя из описания привода изобразить последовательно передачи. Электродвигатель, муфта, цилиндрический шевронный редуктор, цепная передача, ленточный конвейер. 2. Указать позиции на схеме 1- электродвигатель, 2-муфта, 3-редуктор, 4- цепная передача, 5-конвейер. Ответ: графическое изображение привода</p>
--	---

Порядок выполнения работы:

- 1 Оформить работу в тетрадь.
- 2 По алгоритму выполнить решение.

Форма представления результата:

Оформленная задача в тетради для практических и лабораторных работ

Расчетно-графическая работа

Изучить последовательность работы привода и вычертить схему согласно заданию, указать позиции на схеме.

Форма представления результата: отчет о проделанной работе

Критерии оценки:

- оценка «**отлично**» выставляется студенту, если расчет выполнен в полном объеме, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;

- оценка «хорошо» выставляется студенту, если при выполнении задания допущены незначительные ошибки, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;

- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если задание выполнено с «грубыми» ошибками, решение оформлено без соблюдения установленных правил;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если работа не выполнена.

Тема 5.7. Общие сведения о редукторах

Практическая работа 14 Изучение конструкций различных типов редукторов

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

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- производить расчеты механических передач и простейших сборочных единиц;
- читать кинематические схемы;
- определять напряжения в конструктивных элементах.

Материальное обеспечение:

Конспект лекций, интернет-ресурсы, линейка, карандаш, циркуль, ластик

Задание:

Рассмотреть конструкцию редуктора. Изобразить кинематическую схему редуктора.

Пояснить работу редуктора

Краткие теоретические сведения:

1. Провести анализ редуктора изображенного на чертеже.

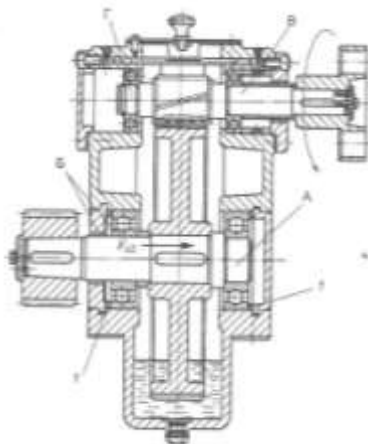


Рис. 28.1

2. Построить кинематическую схему:

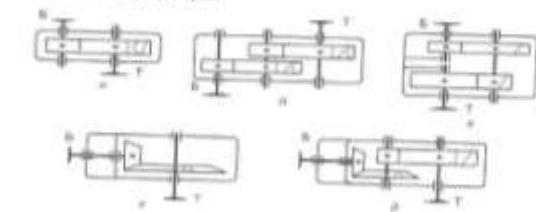


Рис. 28.2. Редукторы:

а — планетарный; б — планетарный; в — планетарный по размерам шестерен; г — дифференциальный; д — дифференциальный



Рис. 28.3. Червячные редукторы:

а — червячный с вертикальным расположением червяка; б — червячный

3. Определить скорость и вращающий момент тихоходного вала редуктора:
Определяем КПД передачи. Коэффициенты полезного действия передач получены экспериментально и выбираются по справочнику $0,7 \div 0,75$.

$$\text{Мощность } P_2 = P_1 * \eta;$$

$$\text{Вращающий момент } T_2 = P_2 / \omega_2$$

Порядок выполнения работы:

- 1 Оформить работу в тетрадь.
- 2 По алгоритму выполнить решение.

Форма представления результата:

Оформленная задача в тетради для практических и лабораторных работ

Критерии оценки:

- оценка «**отлично**» выставляется студенту, если расчет выполнен в полном объеме, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;

- оценка «**хорошо**» выставляется студенту, если при выполнении задания допущены незначительные ошибки, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;

- оценка «**удовлетворительно**» выставляется студенту, если задание выполнено с «грубыми» ошибками, решение оформлено без соблюдения установленных правил;

- оценка «**неудовлетворительно**» выставляется студенту, если работа не выполнена.