

*Приложение 2.24.1 к ОПОП по специальности
08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений*

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

Многопрофильный колледж

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ОП. 03 ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА**

**для обучающихся специальности
08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений**

СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение	3
2 Методические указания	5
Практическое занятие 1	5
Практическое занятие 2	7
Практическое занятие 3	8
Практическое занятие 4	11
Лабораторное занятие 1	14
Лабораторное занятие 2	15
Практическое занятие 5	16
Практическое занятие 6	18
Практическое занятие 7	21
Практическое занятие 8	22
Практическое занятие 9	23
Практическое занятие 10	25

1 ВВЕДЕНИЕ

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки обучающихся составляют практические и лабораторные занятия.

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

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование профессиональных практических умений (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности). Ведущей дидактической целью лабораторных занятий является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей).

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

В результате их выполнения, обучающийся должен:

уметь:

Уд 1 выполнять расчеты на прочность, жесткость и устойчивость элементов сооружений;

Уд 2 определять аналитическим и графическим способами усилия, опорные реакции балок, ферм, рам;

Уд 3 определять усилия в стержнях ферм;

Уд 4 строить эпюры нормальных напряжений, изгибающих моментов и др.;

Уо 01.01 распознавать и анализировать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план;

Уо 01.02 владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах;

Уо 03.02 применять современную научную профессиональную терминологию;

Уо 03.03 определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования;

Уо 04.01 организовывать работу коллектива и команды;

Уо 09.01 понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;

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

ПК 1.2 Выполнять стандартные (типовые) расчеты строительных конструкций

А также формированию **общих компетенций:**

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях.

ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде

ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

Выполнение обучающихся практических и/или лабораторных 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;

- приобретение навыков работы с различными приборами, аппаратурой, установками и другими техническими средствами для проведения опытов;

- 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 и лабораторные занятия проводятся после соответствующей темы, которая обеспечивает наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Тема 1.3 Плоская система произвольно расположенных сил

Практическое занятие №1

Решение задач на определение реакций в шарнирах балочных систем и жестко заземленных балок.

Цель: формирование умений определять опорные реакции в балках или в рамных конструкциях, используя условия равновесия системы сходящихся или произвольно расположенных сил.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

Уд 1 выполнять расчеты на прочность, жесткость и устойчивость элементов сооружений;

Уд 2 определять аналитическим и графическим способами усилия, опорные реакции балок, ферм, рам;

Уо 01.01 распознавать и анализировать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план;

Уо 03.02 применять современную научную профессиональную терминологию;

Уо 03.03 определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования;

Уо 09.01 понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;

Материальное обеспечение: посадочные места по количеству обучающихся; рабочее место преподавателя; конспект лекций, интернет-ресурсы, линейка, транспортир, карандаш, ластик.

Задание 1:

Определите опорные реакции балок двухопорной балка (рис. 7, а);

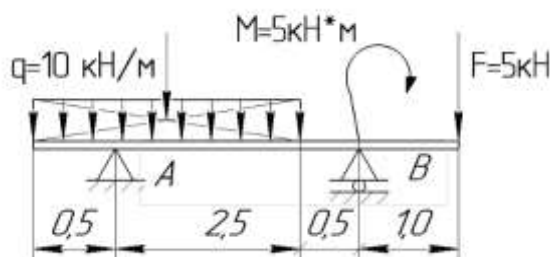


Рисунок 7а

Порядок выполнения работы:

1. Обозначьте шарнирно-неподвижную опору А, шарнирно-подвижную В.
2. Освободитесь от связей, заменив их действие реакциями связей Y_A ; N_A ; Y_B (рис. 7,б).

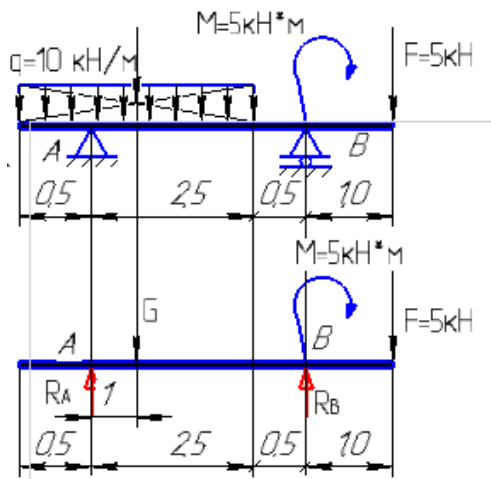


Рис. 7а Рис 7б

3. Замените распределенную нагрузку q сосредоточенной силой Q .

$$Q = q \cdot l = 10 \cdot 3 = 30 \text{ кН}$$

4. Выполните расчетную схему, показав на ней все силы, действующие на балку (рис. 7б).

5. Выберите форму записи уравнений равновесия плоской системы произвольно расположенных сил.

Для двухопорной балки 2-я форма записи уравнений равновесия.

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum F_{ix} = 0 \\ \sum M_A(F_i) = 0 \\ \sum M_B(F_i) = 0 \end{array} \right.$$

6. Составьте уравнения, решите их, определяя опорные реакции.

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

$$\sum M_A(F_i) = 0; \quad Q \cdot 1 + M - Y_B \cdot (2 + 1) + F(1 + 2 + 1) = 0$$

$$Y_B = \frac{Q \cdot 1 + M + F \cdot 4}{3} = \frac{30 + 5 + 60}{3} = 31,67 \text{ кН}$$

$$\sum M_B(F_i) = 0; \quad Y_A(1 + 2) - Q \cdot 2 + M + F \cdot 1 = 0$$

$$Y_A = \frac{Q \cdot 2 - M - F \cdot 1}{3} = \frac{60 - 5 - 15}{3} = 13,33 \text{ кН}$$

7. Проверка: $\sum F_{iy} = 0$;

$$Y_A - Q + Y_B - F = 13,33 - 30 - 15 + 31,67 = 0$$

Если это равенство не удовлетворяется, то при определении опорных реакций была допущена ошибка.

Форма представления результата:

Оформленная работа предоставляется преподавателю на проверку в тетради, или по средствам использования образовательного портала МГТУ.

Критерии оценки:

оценка «5» ставится, если:

- работа выполнена полностью;
- в теоретических выкладках решения нет ошибок;

оценка «4» ставится, если:

- работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны
- допущена одна ошибка или два-три недочета при решении

оценка «3» ставится, если:

- допущены более одной ошибки или двух-трех недочетов при решении
- но обучающийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме.

оценка «2» ставится, если:

допущены существенные ошибки, показавшие, что обучающийся не владеет обязательными знаниями по данной теме в полном объеме

Практическое занятие №2

Решение задач на определение опорных реакций в консольных балках

Цель: формирование умений определять опорные реакции в балках или в рамных конструкциях, используя условия равновесия системы сходящихся или произвольно расположенных сил.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

Уд 1 выполнять расчеты на прочность, жесткость и устойчивость элементов сооружений;

Уд 2 определять аналитическим и графическим способами усилия, опорные реакции балок, ферм, рам;

Уо 01.01 распознавать и анализировать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план;

Уо 03.02 применять современную научную профессиональную терминологию;

Уо 03.03 определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования;

Уо 09.01 понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;

Материальное обеспечение: посадочные места по количеству обучающихся; рабочее место преподавателя; конспект лекций, интернет-ресурсы, линейка, транспортир, карандаш, ластик.

Задание: консольная балка.

Балка с защемленной опорой называется консолью. Защемляющая неподвижная опора лишает балку всех трех степеней свободы, соответственно в защемлении появляются три неизвестные реакции: Y_A ; H_A ; M_A (рис.8, а, б).

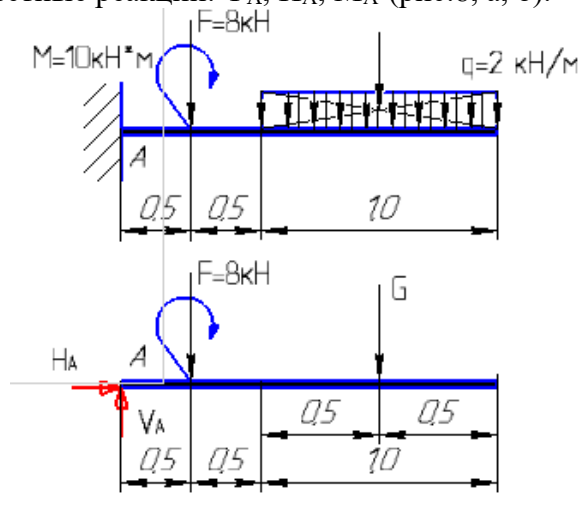


Рис. 8

Распределенную нагрузку интенсивностью q замените на сосредоточенную силу Q :

$$Q = q \cdot l = 2 \cdot 1 = 2 \text{ кН}$$

Для балки с жестким защемлением выберите 1-ую форму записи уравнений равновесия:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum F_{ix} = 0 \\ \sum F_{iy} = 0 \\ \sum M_A = 0 \end{array} \right.$$

$$\sum F_{ix} = 0: \quad H_A = 0$$

$$\sum F_{iy} = 0: \quad Y_A - F - Q = 0; \quad Y_A = F + Q = 8 + 2 = 10 \text{ кН};$$

$$M_A(F_i) = 0: \quad -M_A + m + P \cdot 0,5 + Q(1 + 0,5) = 0$$

$$M_A = m + F \cdot 0,5 + Q(1 + 0,5) = 10 + 8 \cdot 0,5 + 2 \cdot 1,5 = 17 \text{ кН}$$

Для проверки решения удобно составить уравнение моментов относительно произвольно выбранной точки В.

$$\sum M_B(F_i) = 0: -Q \cdot 0,5 + m - F \cdot 1,5 + Y_A \cdot 2 - M_A = 0$$

Реакции вычислены правильно.

Форма представления результата:

Оформленная работа предоставляется преподавателю на проверку в тетради, или по средствам использования образовательного портала МГТУ.

Критерии оценки:

оценка «5» ставится, если:

- работа выполнена полностью;
- в теоретических выкладках решения нет ошибок;

оценка «4» ставится, если:

- работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны
- допущена одна ошибка или два-три недочета при решении

оценка «3» ставится, если:

- допущены более одной ошибки или двух-трех недочетов при решении
- но обучающийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме.

оценка «2» ставится, если:

допущены существенные ошибки, показавшие, что обучающийся не владеет обязательными знаниями по данной теме в полном объеме

Тема 1.4. Центр тяжести

Практическая работа №3.

Изучения сортамента металлических изделий для определения центра тяжести прокатной стали и центр тяжести простых геометрических фигур

Цель: Ознакомление с сортаментом металлопроката и изучение методов расчета центров тяжести прокатной стали и простых геометрических фигур.

Выполнив работу, вы будете уметь:

- Уд 1 выполнять расчеты на прочность, жесткость и устойчивость элементов сооружений;
- Уд 2 определять аналитическим и графическим способами усилия, опорные реакции балок, ферм, рам;
- Уд 3 определять усилия в стержнях ферм;
- Уд 4 строить эпюры нормальных напряжений, изгибающих моментов и др

Уо 01.01 распознавать и анализировать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план;

Уо 01.02 владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах;

Уо 03.02 применять современную научную профессиональную терминологию;

Уо 09.01 понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;

Материальное обеспечение: посадочные места по количеству обучающихся; рабочее место преподавателя; конспект лекций, интернет-ресурсы, линейка, транспортир, карандаш, ластик.

Задание:

1. Изучение сортамента проката черных металлов:

Рассмотрите ГОСТы и справочные материалы по сортаменту прокатной продукции (уголки равнополочные и неравнополочные, швеллеры, двутавры). Запишите характеристики основных профилей.

2. Определение центра тяжести прокатных стальных элементов:

Используя формулы и таблицы справочников, определите положение центра тяжести различных типов прокатных профилей (например, уголков, швеллеров).

3. Расчет центра тяжести простых поперечных сечений:

Определите координаты центра тяжести простых форм: прямоугольник, треугольник, круг, полукруг, четверть круга, кольцо, правильный многоугольник вычисления центра тяжести.

Порядок выполнения работы:

1. Изучение сортамента проката черных металлов:

1) «Подготовка:

Соберите необходимую литературу и нормативные документы (ГОСТы):

- ГОСТ 8509-93 «Уголки стальные горячекатаные равнополочные»
- ГОСТ 8240-97 «Швеллеры стальные горячекатаные»
- ГОСТ Р 57837-2017 «Двутавры стальные горячекатаные с параллельными гранями

полок»

- Другие стандарты, касающиеся интересующих Вас профилей проката.

- Подготовьте таблицу для записи характеристик изучаемых профилей.

2) Сбор сведений о материалах:

- Открываем каждый из выбранных ГОСТов и выписываем основную информацию о стандарте (номер, название, геометрические характеристики).

- Составляем список профилей, указанных в каждом документе (например, номера швеллеров, размеры уголков и т.п.). Важно отметить все основные параметры: высота, ширина полки, толщина стенок и прочие важные характеристики.

3) Работа с каталогами и справочниками:

- Используем отраслевые каталоги и справочники (например, справочник инженера-конструктора) для детального изучения профилей.

- Заполняем подготовленную таблицу характеристиками конкретного профиля: площадь поперечного сечения, масса погонного метра, моменты сопротивления, статические моменты площади и прочими важными параметрами.

4) Анализ полученных данных:

- Проанализируйте различия между различными видами профиля, обратите внимание на особенности каждого вида (например, различие между швеллерами и двутаврами, отличия равных и неравных уголков).

- Сделайте выводы о преимуществах и недостатках разных профилей для различных применений.

5) Оформление отчета:

- Напишите отчет, включающий введение, цели исследования, ход работы, полученные данные и выводы.

- Добавьте иллюстрации и диаграммы, показывающие сравнительные характеристики разных профилей.

Итоги выполнения задания:

По завершении данной работы студент сможет:

1) Уметь выбирать нужный вид металлопроката для конкретной задачи,

2) Понимать различия между разными типами профилей,

3) Правильно читать и понимать технические требования к материалам, указанным в нормативных документах.

2. Определение центра тяжести прокатных стальных элементов:

Примеры заполнения отчета:

Профиль	Номер по ГОСТ у	Размер сечения	Толщина стенки	Ширина полки	Площадь сечения, см ²	Центр тяжести (X,Y), мм
Уголок	8509-93	50 × 50	5	50	3,8	(16,7; 16,7)
Швеллер	8240-97	N°12	6,5	50	12,0	(22,5; 25,0)

3. Расчет центра тяжести простых поперечных сечений

1) **Изучение теории центра тяжести:** узнайте, что такое центр тяжести и почему важно его определять.

2) Узнайте **формулы для определения центра тяжести** простых фигур:

- Прямоугольник: Центр тяжести лежит на пересечении серединных линий сторон.

- Квадрат: Центр тяжести находится в центре квадрата.

- Круг: Центр тяжести совпадает с центром круга.

- Треугольник: Центр тяжести (центроид) находится на пересечении медиан.

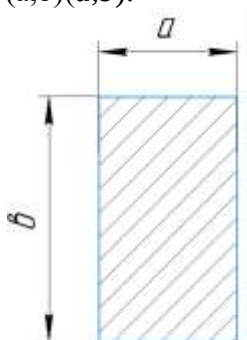
- Другие фигуры (полукруг, сектор, эллипс и т.д.) имеют собственные формулы.

- Попробуйте решить несколько примеров самостоятельно, используя известные формулы.

Координаты центра тяжести простых геометрических форм определяются стандартными формулами. Рассмотрим пример:

1. Прямоугольник

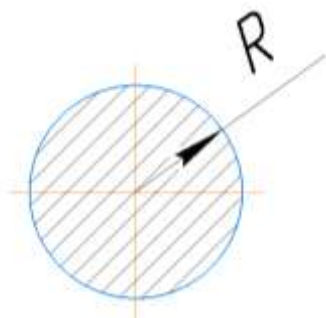
Для прямоугольника с размерами сторон aa и bb , расположенного в декартовой системе координат таким образом, что одна вершина находится в точке $(0,0)(0,0)$, а противоположная — в точке $(a,b)(a,b)$:



$$x_c = \frac{a}{2};$$

$$y_c = \frac{b}{2}$$

2. Круг



$$x_c = 0$$
$$y_c = 0$$

Круг радиуса R , расположенный вокруг начала координат:

Центр тяжести круга совпадает с центром окружности. Центр тяжести лежит ровно посередине между сторонами.

Форма представления результата:

Оформленная работа предоставляется преподавателю на проверку в тетради, или по средствам использования образовательного портала МГТУ.

Критерии оценки:

оценка «5» ставится, если:

- работа выполнена полностью;
- в теоретических выкладках решения нет ошибок;

оценка «4» ставится, если:

- работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны
- допущена одна ошибка или два-три недочета при решении

оценка «3» ставится, если:

- допущены более одной ошибки или двух-трех недочетов при решении
- но обучающийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме.

оценка «2» ставится, если:

допущены существенные ошибки, показавшие, что обучающийся не владеет обязательными знаниями по данной теме в полном объеме

Практическая работа №4

Определение центра тяжести плоских фигур и сечений, составленных из стандартных прокатных профилей и сложных сечений, составленных из простых геометрических фигур.

Цель: формирование умений определять площади и центры тяжести составных геометрических фигур, рассчитав координаты центра тяжести.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

Уд 1 выполнять расчеты на прочность, жесткость и устойчивость элементов сооружений;

Уд 2 определять аналитическим и графическим способами усилия, опорные реакции балок, ферм, рам;

Уд 3 определять усилия в стержнях ферм;

Уд 4 строить эпюры нормальных напряжений, изгибающих моментов и др

Уо 01.01 распознавать и анализировать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план;

Уо 01.02 владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах;

Уо 03.02 применять современную научную профессиональную терминологию;

Уо 09.01 понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;

Выполнение практической работы способствует формированию:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях.

ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде

ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

Материальное обеспечение: посадочные места по количеству обучающихся; рабочее место преподавателя; конспект лекций, интернет-ресурсы, линейка, транспортир, карандаш, ластик.

Задание 1: определите координаты центра тяжести сечения, составленного из простых геометрических фигур.

Порядок выполнения работы:

1. Разбейте фигуру на простые составные части с центрами тяжести C_1 ; C_2 ; C_3 .

2. Проведите координатные оси, совместив ось y с осью симметрии. Поскольку сечение симметрично оси y , следовательно $X_c = 0$. Ось x провели перпендикулярно оси y по нижней грани сечения.

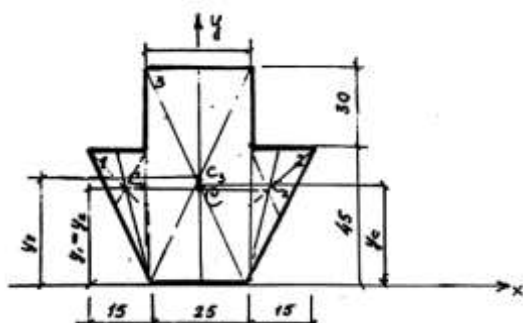


Рис. 9

3. Запишите формулу для определения координаты y_c :

$$y_c = \frac{A_1 y_1 + A_2 y_2 + A_3 y_3}{A_1 + A_2 + A_3}, \text{ откуда}$$

$$A_1 = A_2 = \frac{1}{2} b_1 \cdot h_1 = \frac{1}{2} \cdot 45 \cdot 15 = 337,5 \text{ см}^2$$

$$A^3 = b_3 \cdot h_3 = 75 \cdot 25 = 1875 \text{ см}^2$$

$$y_1 = y_2 = \frac{2}{3} \cdot h_1 = \frac{2}{3} \cdot 45 = 30 \text{ см}$$

$$y_3 = \frac{1}{2} \cdot h_3 = \frac{1}{2} \cdot 75 = 37,5 \text{ см}$$

4. Подставьте найденные значения в формулу и определите y_c :

$$y_c = \frac{337,5 \cdot 30 + 337,5 \cdot 30 + 1875 \cdot 37,5}{337,5 + 337,5 + 1875} = \frac{10125 + 10125 + 70312,5}{2550} = \frac{90562,5}{2550} = 35,5 \text{ см}$$

Итак, точка C имеет координаты $0; 35,5$.

5. Покажите на рис.9 положение центра тяжести C .

Задание 2: определите координаты центра тяжести сечения, составленного из прокатных профилей (рис. 10).

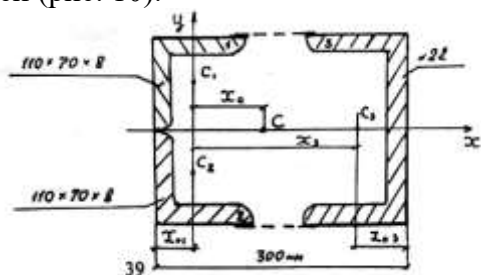


Рис. 10

Порядок выполнения работы:

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» 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 :

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

$= 12,8$ см.

5. Точка C имеет координаты: 12,8; 0. Нанесите найденный центр тяжести на рисунок сечения (рис. 19).

Форма представления результата:

Оформленная работа предоставляется преподавателю на проверку в тетради, или по средствам использования образовательного портала МГТУ.

Критерии оценки:

«оценка «5» ставится, если:

- работа выполнена полностью;
- в теоретических выкладках решения нет ошибок;

оценка «4» ставится, если:

- работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны
- допущена одна ошибка или два-три недочета при решении

оценка «3» ставится, если:

- допущены более одной ошибки или двух-трех недочетов при решении
 - но обучающийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме.
- оценка «2» ставится, если:

допущены существенные ошибки, показавшие, что обучающийся не владеет обязательными знаниями по данной теме в полном объеме

Тема 2.1. Основные положения сопромата. Растяжение и сжатие

Лабораторное занятие №1

Испытание образцов материалов на растяжение

Цель: получение диаграммы растяжения стального образца для вычисления механических характеристик материала.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

Уд 3 определять усилия в стержнях ферм;

Уд 4 строить эпюры нормальных напряжений, изгибающих моментов и др

Уо 01.01 распознавать и анализировать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план;

Уо 01.02 владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах;

Уо 03.02 применять современную научную профессиональную терминологию;

Уо 03.03 определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования;

Уо 04.01 организовывать работу коллектива и команды;

Уо 09.01 понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;

Материальное обеспечение: машина учебная испытательная МИ-40У с компьютером; прибор ДП – 6А для испытания пружин; штангенциркули, конспект лекций, линейка, карандаш, ластик

Задание:

1. Изучить диаграммы растяжения и сжатия пластичных и хрупких материалов;

2. Проверить образец на растяжение до разрушения, построить диаграмму растяжения стали.

3. Определить основные механические характеристики и материал образца по ГОСТ Р МЭК 1047-98 (2003г).

Порядок выполнения работы.

1. Изучить правила техники безопасности при проведении работы.

2. Установку и снятие образца производить при выключенном входном рубильнике и пускателе.

3. При проведении испытаний не стоять возле рычага с грузом.

4. Проверить затяжку гаек у приспособления.

5. Вычертить образец до разрушения и определить его размеры:

$$d_0 = \text{мм}, \quad L_0 = \text{мм}, \quad A_0 = \text{мм}^2$$

6. Установить образец в машину и нагрузить его до разрушения, включив машину.

7. Вычертить диаграмму растяжения стали и определить нагрузки в основных точках:

$$F_y = \text{Н}, \quad F_T = \text{Н}, \quad F_{MAX} = \text{Н}, \quad F_K = \text{Н}$$

8. Вычертить образец после разрушения и определить его размеры:

$$d_K = \text{мм}, \quad L_K = \text{мм}, \quad A_K = \text{мм}^2, \quad \Delta L = \text{мм}$$

9. Определить напряжения в основных точках:

$$\sigma^y = F^y / A_0 = \text{Н/мм}^2$$

$$\sigma_T = F_T / A_0 = \text{Н/мм}^2$$

$$\sigma_{MAX} = F_{MAX} / A_0 = \text{Н/мм}^2$$

$$\sigma_K = F_K / A_0 = \text{Н/мм}^2$$

10. Определить относительное сужение и относительное растяжение:

$$\psi = (A_0 - A_K) \cdot 100\% / A_0 = \%$$

$$\varepsilon = \Delta L \cdot 100\% / L_0 = \%$$

11. По таблице ГОСТ Р МЭК 1047-98 (2003г) определить марку стали, выбранной для образца.

Форма представления результата:

Оформленная работа предоставляется преподавателю на проверку в тетради, или по средствам использования образовательного портала МГТУ.

Критерии оценки:

«Отлично» - работа оформлена в соответствии с заданием, верно определена марка образца, отсутствуют ошибки в расчетах, сделаны выводы по работе.

«Хорошо» - работа оформлена в соответствии с заданием, верно определена марка образца, сделаны выводы по работе, допущено несколько неточностей, отсутствуют грубые ошибки.

«Удовлетворительно» - работа оформлена в соответствии с заданием, верно определена марка образца, есть ошибки в расчетах, не сделаны выводы по работе.

«Неудовлетворительно» - работа не оформлена в соответствии с заданием, не верно определена марка образца, есть ошибки в расчетах, не сделаны выводы по работе.

Лабораторное занятие №2 **Испытание образцов материалов на сжатие**

Цель: Получение диаграммы сжатия для разных материалов для вычисления механических характеристик материалов.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

Уд 3 определять усилия в стержнях ферм;

Уд 4 строить эпюры нормальных напряжений, изгибающих моментов и др

Уо 01.01 распознавать и анализировать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план;

Уо 01.02 владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах;

Уо 03.02 применять современную научную профессиональную терминологию;

Уо 03.03 определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования;

Уо 04.01 организовывать работу коллектива и команды;

Уо 09.01 понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;

Материальное обеспечение: машина учебная испытательная МИ-40У с компьютером; прибор ДП – 6А для испытания пружин; штангенциркули, конспект лекций, линейка, карандаш, ластик

Задание:

1. Изучить диаграммы растяжения и сжатия пластичных и хрупких материалов;

2. Проверить образец на сжатие до разрушения, построить диаграмму сжатия.

Порядок выполнения работы:

Для образца, испытываемого на сжатие вдоль волокон и для образца, испытываемого на сжатие поперек волокон, выполнить:

1. Замерить размеры образцов a , b , h до испытания с точностью до 0,1 мм. При сжатии вдоль волокон, волокна направлены вдоль размера h , а при сжатии поперек волокон, волокна перпендикулярны направлению размера h .

2. Вставить образец между захватами машины и произвести испытание образца на сжатие. Постепенно увеличивая нагрузку, довести образец до разрушения или до появления трещин, образец из пластического материала до заметного сплющивания. Не допускать при этом перегрузки машин. Записать величину разрушающей нагрузки F_B с точностью до величины минимального деления шкалы силоизмерителя.

3. Построить диаграмму сжатия

4. Определить сопротивление разрушению.

Форма представления результата:

Оформленная работа предоставляется преподавателю на проверку в тетради, или по средствам использования образовательного портала МГТУ.

Критерии оценки:

«Отлично» - работа оформлена в соответствии с заданием, верно определена марка образца, отсутствуют ошибки в расчетах, сделаны выводы по работе.

«Хорошо» - работа оформлена в соответствии с заданием, верно определена марка образца, сделаны выводы по работе, допущено несколько неточностей, отсутствуют грубые ошибки.

«Удовлетворительно» - работа оформлена в соответствии с заданием, верно определена марка образца, есть ошибки в расчетах, не сделаны выводы по работе.

«Неудовлетворительно» - работа не оформлена в соответствии с заданием, не верно определена марка образца, есть ошибки в расчетах, не сделаны выводы по работе.

Тема 2.1. Основные положения сопромата. Растяжение и сжатие

Практическое занятие №5.

Решение задач на построение эпюр продольных сил, нормальных напряжений, перемещений сечений бруса.

Решение задач на построение эпюр продольных сил, нормальных напряжений, перемещений сечений бруса.

Цель: формирование умений построения эпюр внутренних усилий и подбору сечения из условия прочности при растяжении (сжатии).

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

Уд 3 определять усилия в стержнях ферм;

Уд 4 строить эпюры нормальных напряжений, изгибающих моментов и др.

Уо 01.01 распознавать и анализировать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план;

Уо 01.02 владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах;

Уо 03.02 применять современную научную профессиональную терминологию;

Уо 03.03 определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования;

Уо 04.01 организовывать работу коллектива и команды;

Уо 09.01 понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;

Материальное обеспечение: посадочные места по количеству обучающихся; рабочее место преподавателя; конспект лекций, интернет-ресурсы, линейка, транспортир, карандаш, ластик.

Задание: постройте эпюры продольных сил N и нормальных напряжений σ при растяжении (сжатии).

Условие задачи: по оси ступенчатого стержня (рис. 35, а) приложены силы F_1 и F_2 , значения которых, а также площади поперечных сечений и длины участков указаны на рисунке. Построить эпюры продольных сил и нормальных напряжений и определить полное удлинение стержня. Модуль продольной упругости материала стержня $E=2 \cdot 10^4 \text{ кг/см}^2$.

Порядок выполнения работы:

верхний конец стержня жестко заделан (рис.35). Нижний конец свободен. Для определения внутренних усилий разбейте стержень на участки, начиная со свободного конца. Границами участков являются точки, в которых приложены внешние силы или в которых изменяются размеры поперечного сечения стержня. Рассмотрите брус по высоте. Первый участок АВ от точки приложения силы F_1 до точки В, в которой меняется сечение. Второй участок ВС от точки В до точки, в которой приложена сила F_2 до заделки. Пользуясь методом сечения, определите внутренние продольные силы в сечениях стержня. Поскольку нижний конец не закреплен, удобнее начинать именно с него, не определяя реакции заделки стержня.

Проведите сечения в любом месте каждого участка. Оставшуюся часть уравнивайте внутренней продольной силой N . Продольная сила равна алгебраической сумме внешних сил, приложенных в сечении.

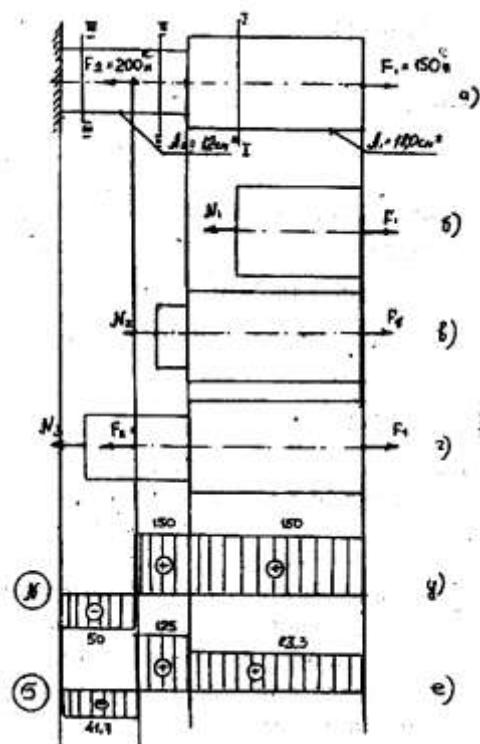


Рис. 11

Продольная сила считается положительной, если внешние силы направлены от стержня, т. е. вызывают его растяжение.

Сечение I – I: $N_1 = F_1 = 150 \text{ Н} = 1500 \text{ кг}$ (рис. 11, б)

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{A_1} = \frac{1500}{18} = 83,33 \text{ кГ/см}^2 \text{ (растяжение)}$$

Сечение II – II: $N_2 = F_1 = 150 \text{ Н} = 1500 \text{ кГ}$ (рис. 11, в)

$$\sigma_2 = \frac{N_2}{A_2} = \frac{1500}{12} = 125 \text{ кГ/см}^2 \text{ (растяжение)}$$

Сечение III – III: $N_3 = F_1 - F_2 = 150 - 200 = -50 \text{ Н} = -500 \text{ кГ}$
(рис. 11, г)

$$\sigma_3 = \frac{N_3}{A_2} = \frac{-500}{12} = -41,67 \text{ кГ/см}^2 \text{ (сжатие)}.$$

По найденным значениям N и σ постройте их эпюры. Для этого проведите ось эпюры, параллельно оси стержня. Вправо и влево от оси эпюры откладывайте соответственно положительные и отрицательные значения N и δ . На эпюре обязательно ставьте знаки, подписывайте значения отложенных ординат, выполняют штриховку перпендикулярно оси эпюры (см. рис. 35 д, е).

Определите полное удлинение стержня:

$$\Delta l = \Delta l_1 + \Delta l_2 + \Delta l_3 = \frac{N_1 l_1}{E \cdot A_1} + \frac{N_2 l_2}{E \cdot A_2} + \frac{N_3 l_3}{E \cdot A_3}.$$

Подставив числовые значения, получите:

$$\Delta l = \frac{1}{2 \cdot 10^6} \left(\frac{1500 \cdot 100}{18} + \frac{1500 \cdot 40}{12} - \frac{1500 \cdot 60}{12} \right) = 5400 \cdot 2 \cdot 10^{-6} \text{ см}$$

Форма представления результата:

Оформленная работа предоставляется преподавателю на проверку в тетради, или по средствам использования образовательного портала МГТУ.

Критерии оценки:

«оценка «5» ставится, если:

- работа выполнена полностью;
- в теоретических выкладках решения нет ошибок;

оценка «4» ставится, если:

- работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны
- допущена одна ошибка или два-три недочета при решении

оценка «3» ставится, если:

- допущены более одной ошибки или двух-трех недочетов при решении
- но обучающийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме.

оценка «2» ставится, если:

допущены существенные ошибки, показавшие, что обучающийся не владеет обязательными знаниями по данной теме в полном объеме

Тема 2.2. Изгиб

Практическое занятие №6

Решение задач на построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов

Цель: формирование умений построения эпюр внутренних силовых факторов в двухопорных и в консольных балках, определения значения $M_{\max}$ с эпюры моментов.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- Уд 1 выполнять расчеты на прочность, жесткость и устойчивость элементов сооружений;
- Уд 2 определять аналитическим и графическим способами усилия, опорные реакции балок, ферм, рам;

Уо 01.01 распознавать и анализировать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план;

Уо 01.02 владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах;

Уо 03.02 применять современную научную профессиональную терминологию;

Уо 03.03 определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования;

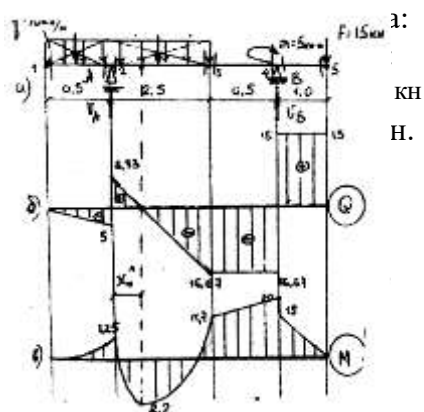
Уо 04.01 организовывать работу коллектива и команды;

Уо 09.01 понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;

Материальное обеспечение: посадочные места по количеству обучающихся; рабочее место преподавателя; конспект лекций, интернет-ресурсы, линейка, транспортир, карандаш, ластик.

Задание: Постройте эпюры поперечных сил и изгибающих моментов при поперечном изгибе для балок, изображенных на рис. 12 (а), 13 (а).

Схемы балок взяты из примера к задаче 5.



б) для консольной

Порядок выполнения работы:

1. 2. Отметьте на балке характерные точки. Ими будут точки, в которых приложены сосредоточенные силы, пары сил, и там, где начинается и заканчивается распределенная нагрузка. Для данной балки отмечено 5 точек.

2. 3. В каждой точке проведите сечение слева и справа и определите значение Q и M .

$$Q = 0$$

$$Q_2 = -Q_1 = -5 \text{ кН}$$

$$Q_2'' = -Q_1 + V_A = -5 + 13,33 = 8,33 \text{ кН}$$

$$Q_3'' = -Q + V_A - Q_2 = -5 + 13,33 - 31,67 = -16,67 \text{ кН}$$

$$Q_3'' = -16,67 \text{ кН}$$

$$Q_4'' = -16,67 \text{ кН}$$

$$Q_4'' = -Q + V_A - Q_2 + V_B = 15 \text{ кН}$$

$$Q_5 = F = 15 \text{ кН}$$

$$M_1 = 0$$

$$M_2 = -Q_1 \cdot 0,25 = -1,25 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_3 = -Q_1 \cdot 3 + V_A \cdot 2,5 - Q_2 \cdot 1,25 = -11,7 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_4'' = -Q_1 \cdot 3,5 + V_A \cdot 3 - Q_2 \cdot 1,75 = -20 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_4'' = -Q_1 \cdot 3,5 + V_A \cdot 3 - Q_2 \cdot 1,75 + m = -15 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_5 = 0.$$

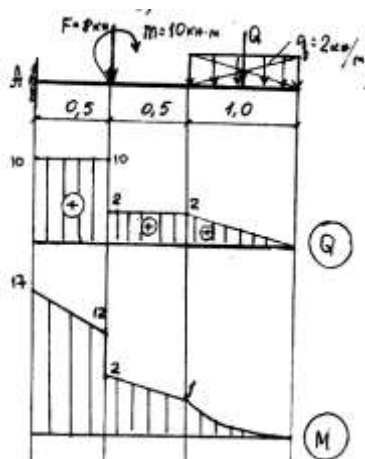
Определите значение M в точке O , где эюра Q пересекает ось эюры. В этой точке на эюре M будет экстремум.

Рассмотрите левую часть балки до точки O .

$$x_0^n = \frac{Q_0^n}{q}, \text{ где}$$

x_0^n – расстояние от опоры A до точки O , где эюра Q пересекает ось эюры;

Q_0^n – значение поперечной силы относительно точки O , слева от нее (берется с эюры « Q »);



q – интенсивность распределенной нагрузки.

$$x_0^n = \frac{Q_0^n}{q} = \frac{8,33}{10} = 0,83 \text{ м.}$$

Составьте уравнение моментов относительно точки O левой части балки:

$$M_0^n = -Q_1(0,25 + 0,83) + V_A \cdot 0,83 - \frac{q \cdot 0,83^2}{2} = -5 \cdot 1,08 + 13,3 \cdot 0,83 - \frac{10 \cdot 0,69}{2} = 2,2 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Проверьте решение, проделав те же действия справа от точки O , где эюра « Q » пересекает ось эюры, в этом случае, для определения расстояния x_0^n от точки 3 до точки O возьмите значение Q_0^n с эюры « Q », т. е. $Q_0^n = 16,67 \text{ кН}$.

По найденным значениям Q и M постройте эюру « Q » и « M » (рис. 43 б, в).

3. б) для консольной балки (рис. 12, а):

1) особенность построения эюры « Q » и « M » для консольной балки заключается в том, что опорные реакции в балке не определяются, а характерные точки проставляются со свободного конца балки. Это позволяет, используя метод сечения, отсекав левую часть балки, включая опору A . последующий ход решения и порядок построения эюры « Q » и « M » аналогичен предыдущему построению.

2) Значения Q и M найдите, двигаясь справа налево от точки 1 до точки 4. Не забудьте о том, что правила знаков для моментов меняется на противоположные знаки, т. е.

$$Q_1 = 0 \text{ (рис. 13, б)} \quad M_1 = 0$$

$$Q_2^n = Q_1 = 2 \text{ кН} \quad M_2 = -Q \cdot 0,5 = -1 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$Q_2^n = Q_1 = 2 \text{ кН} \quad M_3^n = -Q \cdot 1 = -2 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$Q_3^n = Q_1 = 2 \text{ кН} \cdot \text{м} \quad M_3^n = -Q \cdot 1 - M = -12 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$Q_3^n = Q_1 + F = 10 \text{ кН} \quad M_4 = -Q \cdot 1,5 - M - F \cdot 0,5 = -17 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$Q_4 = 10 \text{ кН}$$

Форма представления результата:

Оформленная работа предоставляется преподавателю на проверку в тетради, или по средствам использования образовательного портала МГТУ.

Критерии оценки:

«оценка «5» ставится, если:

- работа выполнена полностью;
- в теоретических выкладках решения нет ошибок;

оценка «4» ставится, если:

- работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны
- допущена одна ошибка или два-три недочета при решении

оценка «3» ставится, если:

- допущены более одной ошибки или двух-трех недочетов при решении
- но обучающийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме.

оценка «2» ставится, если:

допущены существенные ошибки, показавшие, что обучающийся не владеет обязательными знаниями по данной теме в полном объеме

Практическая занятие №7

Решение задач по расчету балок на прочность.

Цель: формирование умений подбирать надежные и экономичные сечения из условия прочности при поперечном изгибе.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

Уд 1 выполнять расчеты на прочность, жесткость и устойчивость элементов сооружений;

Уд 2 определять аналитическим и графическим способами усилия, опорные реакции балок, ферм, рам;

Уо 01.01 распознавать и анализировать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план;

Уо 01.02 владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах;

Уо 03.02 применять современную научную профессиональную терминологию;

Уо 03.03 определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования;

Уо 04.01 организовывать работу коллектива и команды;

Уо 09.01 понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;

Материальное обеспечение:

посадочные места по количеству обучающихся; рабочее место преподавателя; конспект лекций, интернет-ресурсы, линейка, транспортир, карандаш, ластик.

Задание: Решить две задачи по расчету балок на прочность и жесткость, подобрать оптимальное сечение балки и проверить правильность выбора.

Порядок выполнения работы:

Подберите сечение двутавра из условия прочности при изгибе (воспользуйтесь данными практической работы №6).

Расчетное сопротивление $R = 210 \text{ МПа} = 2100 \text{ кг/см}^2$.

а) для двухопорной балки (рис. 43):

Для элементов конструкций, работающих на поперечный изгиб, условие прочности имеет вид:

Отсюда подбор сечения осуществляется по формуле:

, , где

W_x – момент сопротивления для данного сечения (требуемое значение);

$M_{\max}$ – максимальное значение возьмите с эпюры «М» (рис. 43, в).

По таблице сортамента определите фактическое значение $W_x = 109 \text{ см}^3$, что соответствует двутавру №16.

б) для консольной балки (рис. 44):

По таблице сортамента , что соответствует двутавру №14.

Форма представления результата:

Оформленная работа предоставляется преподавателю на проверку в тетради, или по средствам использования образовательного портала МГТУ.

Критерии оценки:

«оценка «5» ставится, если:

- работа выполнена полностью;
- в теоретических выкладках решения нет ошибок;

оценка «4» ставится, если:

- работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны
- допущена одна ошибка или два-три недочета при решении

оценка «3» ставится, если:

- допущены более одной ошибки или двух-трех недочетов при решении
- но обучающийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме.

оценка «2» ставится, если:

допущены существенные ошибки, показавшие, что обучающийся не владеет обязательными знаниями по данной теме в полном объеме

Раздел 3. СТАТИКА СООРУЖЕНИЙ

Тема 3.3 Многопролетные статически определимые балки

Практическое занятие №8

Построение расчетных схем и эпюр многопролетных разрезных балок

Цель: научиться строить схемы взаимодействия, эпюры Q и M в многошарнирной балки, используя определения и правила темы 3.2

Выполнив работу, Вы будете:

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

Уд 1 выполнять расчеты на прочность, жесткость и устойчивость элементов сооружений;

Уд 2 определять аналитическим и графическим способами усилия, опорные реакции

балок, ферм, рам;

Уд 4 строить эпюры нормальных напряжений, изгибающих моментов и др.;

Уо 01.01 распознавать и анализировать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план;

Уо 03.03 определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования;

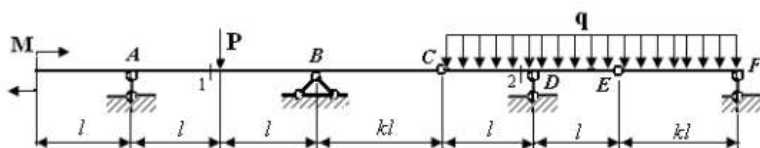
Уо 04.01 организовывать работу коллектива и команды;

Уо 09.01 понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;

Материальное обеспечение: посадочные места по количеству обучающихся; рабочее место преподавателя; конспект лекций, интернет-ресурсы, линейка, транспортир, карандаш, ластик.

Задание: Построить эпюры Q и M для многошарнирной балки (для решение данной задачи необходимо изучить темы 3.1, 3.2

Шарнирные балки представляют собой цепочку из однопролетных консольных и простых балок, соединенных между собой шарнирами и образующих в целом статически определяемую систему.



Порядок выполнения работы:

1. Произвести кинематический анализ системы.
2. Построить поэтажную схему.
3. Определить реакции в связях многопролетной статически определимой балки.
4. Построить эпюры внутренних силовых факторов и изгибающих моментов для многопролетной балки.

Форма представления результата:

Оформленная работа предоставляется преподавателю на проверку в тетради, или по средствам использования образовательного портала МГТУ.

Критерии оценки:

«оценка «5» ставится, если:

- работа выполнена полностью;
- в теоретических выкладках решения нет ошибок;

оценка «4» ставится, если:

- работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны
- допущена одна ошибка или два-три недочета при решении

оценка «3» ставится, если:

- допущены более одной ошибки или двух-трех недочетов при решении
- но обучающийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме.

оценка «2» ставится, если:

допущены существенные ошибки, показавшие, что обучающийся не владеет обязательными знаниями по данной теме в полном объеме

Тема 3.5 Статически определимые плоские рамы

Практическое занятие №9

Расчет плоских рам

Цель: формирование навыков построение эпюр внутренних силовых факторов в плоских рамах, используя теоретический материал темы 3.6

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

Уд 1 выполнять расчеты на прочность, жесткость и устойчивость элементов сооружений;

Уд 2 определять аналитическим и графическим способами усилия, опорные реакции балок, ферм, рам;

Уо 01.01 распознавать и анализировать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план;

Уо 03.03 определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования;

Уо 04.01 организовывать работу коллектива и команды;

Уо 09.01 понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;

Выполнение практической работы способствует формированию:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

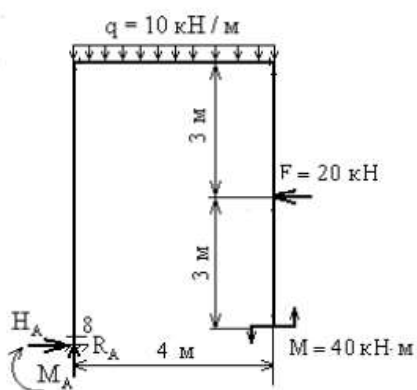
ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях.

ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде

ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

Материальное обеспечение: посадочные места по количеству обучающихся; рабочее место преподавателя; конспект лекций, интернет-ресурсы, линейка, транспортир, карандаш, ластик.

Задание: Построить эпюры Q , M , N в статически определяемых рамах. Проверить равновесие узла



Порядок выполнения работы:

Определить усилия возникающие в стержнях фермы.

Порядок выполнения работы:

1. Произвести кинематический анализ.
2. Определить реакции в опорах.
3. Построить эпюру продольных
4. Построить эпюру поперечных сил.
5. Построить эпюру изгибающих моментов
6. Выполнить проверку

Форма представления результата:

Оформленная работа предоставляется преподавателю на проверку в тетради, или по средствам использования образовательного портала МГТУ.

Критерии оценки:

«оценка «5» ставится, если:

- работа выполнена полностью;
- в теоретических выкладках решения нет ошибок;

оценка «4» ставится, если:

- работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны
- допущена одна ошибка или два-три недочета при решении

оценка «3» ставится, если:

- допущены более одной ошибки или двух-трех недочетов при решении
- но обучающийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме.

оценка «2» ставится, если:

допущены существенные ошибки, показавшие, что обучающийся не владеет обязательными знаниями по данной теме в полном объеме

Тема 3.6 Плоские статически определимые фермы

Практическое занятие №10

Определение усилий в стержнях статически определимых ферм аналитическим и графическим способами

Цель: формирование умений по расчету плоских ферм аналитическим методом (вырезанием узлов) и графическим методом (метод Максвелла-Кремона)

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

Уд 3 определять усилия в стержнях ферм;

Уд 4 строить эпюры нормальных напряжений, изгибающих моментов и др.;

Уо 01.01 распознавать и анализировать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план;

Уо 03.02 применять современную научную профессиональную терминологию;

Уо 03.03 определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования;

Уо 04.01 организовывать работу коллектива и команды;

Уо 09.01 понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;

Выполнение практической работы способствует формированию:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях.

ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде

ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

Материальное обеспечение: посадочные места по количеству обучающихся; рабочее место преподавателя; конспект лекций, интернет-ресурсы, линейка, транспортир, карандаш, ластик.

Задание:

1. Определить усилия в стержнях фермы методом вырезания узлов

1) Обозначьте узлы фермы буквами, а стержни фермы цифрами

2) Определите опорные реакции

3) Мысленно вырезать узлы, найти в каждом узле усилия

2. Определение усилий методом Максвелла-Кремона:

1) Вычертите в масштабе схему фермы

2) Определите опорные реакции

3) Обозначить поля фермы, внешние силы и узлы фермы

– Внутренние поля, ограниченные стержнями фермы- арабскими цифрами (1-10)

– Внешние поля, ограниченные внешними силами- русскими буквами (от а до и)

– Узлы фермы- латинскими буквами (от А до...)

– Внешние силы, в результате, получают наименования а-б, б-в, в-г и т.д

– Стержни в узлах фермы обозначаются в соответствии с обозначениями, путем обхода узла по часовой стрелки; например, б-1 и 1-и

4) Постройте закинутый силовой многоугольник из внешних сил который будет в виде вертикальной линии, т.к все внешние силы расположены вертикально. Масштаб сил 1см=10тоннам

5) На базе силового многоугольника постройте диаграмму усилий в стержнях, начиная с узла, в котором сходятся два неизвестных усилия, путем параллельного переноса со схемы

6) Отложив линии действия б-1 и 1-и получите точку 1, измерив расстояние от точки б, и до точки 1, умножив на масштаб сил, получите значение усилий в стержне

7) Для определения знака усилия, необходимо направление стрелок, т.е растянут (+) узел или сжат(-)

Форма представления результата:

Оформленная работа предоставляется преподавателю на проверку в тетради, или по средствам использования образовательного портала МГТУ.

Критерии оценки:

«оценка «5» ставится, если:

- работа выполнена полностью;
- в теоретических выкладках решения нет ошибок;

оценка «4» ставится, если:

- работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны
- допущена одна ошибка или два-три недочета при решении

оценка «3» ставится, если:

- допущены более одной ошибки или двух-трех недочетов при решении
- но обучающийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме.

оценка «2» ставится, если:

допущены существенные ошибки, показавшие, что обучающийся не владеет обязательными знаниями по данной теме в полном объеме