0

***2012-2013уч.г.***

**Министерство образования Рязанской области**

**Областное государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Ряжский дорожный техникум имени**

**Героя Советского Союза А.М. Серебрякова»**

**«ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА»**

**Специальность: 08.02.05. Строительство и эксплуатация**

**автомобильных дорог и аэродромов.**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ.**

**ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ**

**(1 семестр)**

**Автор: Вашкина Галина Павловна –**

**преподаватель высшей квалификационной категории**

**Ряжск, 2015г.**

***Аннотация***

Методическая разработка является методическими указаниями для выполнения обязательных практических работ студентами очной формы обучения по дисциплине «Техническая механика» по специальности 02.08.05 «Строительство и эксплуатация автомобильных дорог и аэродромов» и направлена на повышение качества образовательной подготовки студентов,

а также, предназначена для передачи положительного опыта и профессионального совершенствования работы преподавателей.

Данные методические указания помогут преподавателям дисциплины «Техническая механика» разобраться в методической продукции и выбрать для себя нужный алгоритм своей методической работы.

*Содержание*

*Лист*

*Введение………………………………………………………………………………………………………3*

1. Основные положения .......................................................................... ….5

2. Информационное обеспечение……………………………………………………………. 7

2. Практическая работа №1

«Определение усилий в стержнях плоской фермы» ........................... 9

3. Практическая работа №2

«Определение опорных реакций простых балок».................................22

4. Практическая работа №3

«Определение опорных реакций консольных балок…………………………..28

5. Практическая работа №4

«Определение координат центра тяжести плоского сечения

геометрической формы» ....................................................................... 34

6. Практическая работа №5

«Определение координат центра тяжести плоского сечения,

составленного из прокатных профилей» .............................................. 40

7. Практическая работа №6

«Определение коэффициента устойчивости тела, опирающегося

на плоскость» ........................................................................................... 46

8. Практическая работа №7

«Построение эпюр продольных сил и нормальных напряжений при

центральном растяжении и сжатии» ..................................................... 53

9. Практическая работа №8

«Определение удлинения или укорочения бруса при осевом

растяжении (сжатии)» .............................................................................. 61

10. Практическая работа №9

«Расчет на прочность ступенчатого бруса. Проверка прочности» ....... 69

11. Практическая работа №10

«Расчет на прочность стержневой системы. Подбор сечения» ............ 74

12. Практическая работа №11

«Расчет на прочность стержневой системы. Расчет

эксплуатационной способности» ............................................................. 78

Заключение………………………………………………………………………………………………….83

Рецензия………………………………………………………………………………………………………84

- 2 -

***Введение***

Учебная дисциплина «Техническая механика» относится к общепрофессиональному циклу и предназначена для реализации Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) среднего профессионального образования (СПО).

Целью учебной дисциплины является формирования базовых знаний для освоения специальных дисциплин по специальности 02.08.05. Строительство и эксплуатация автомобильных дорог и аэродромов.

Одной из форм организации учебного процесса является практическое занятие. Эффективность использования отведенного времени определяется целесообразным подборам заданий, рациональной методикой их выполнения и, безусловно, хорошей теоретической подготовкой.

Сформулированные ниже цели составляют основу практических работ студентов:

* развить умение и навыки применения теоретических знаний к решению практических вопросов
* закрепить и углубить знания по изучаемой дисциплине
* развить способности к самостоятельному техническому мышлению и анализу, развить понимание физических явлений
* развить технику вычислений
* развить навыки работы со справочной и технической литературой
* развить смелость в подходе к техническим вопросам и настойчивость в их решении
* приобрести навыки оформления технических расчетов.

Методические указания по выполнению обязательных аудиторных практических работ включают в себя: - название работы

- цель

- состав задания

- порядок выполнения

- основные положения

- методику решения

- пример расчета

- многовариантные исходные данные

- основные источники

- контрольные вопросы

- 3 -

Номер варианта соответствует списочному номеру в учебном журнале. По выполненным работам студентами выполняются отчеты. Порядок отчетности, общие рекомендации по расчетной и графической части работы, оформление титульного листа находятся на стенде в кабинете «Техническая механика».

Без выполненных и зачтенных практических работ итоговая оценка не

выставляется.

- 4 -

***1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ***

**Практическая работа является обязательной аудиторной работой студента**

В соответствии с рабочей программой по технической механике студент должен выполнить 22 практические работы по ключевым темам. Из них в первом семестре 11 практических работ, в том числе:

по теоретической механике:

Тема 1.2. Плоская система сходящихся сил

Тема 1.4. Плоская система произвольно расположенных сил

Тема 1.5. Центр тяжести

Тема 1.6. Устойчивость равновесия

по сопротивлению материалов:

Тема 2.2. Растяжение и сжатие

***1.1. Порядок отчетности***

* Выполненную и оформленную в соответствии с методическими рекомендациями практическую работу студент сдает преподавателю в указанные сроки
* Незачётная практическая работа подлежит исправлению и повторной сдаче преподавателю на проверку
* Все замечания преподавателя должны быть по выполнению и оформлению практической работы должны быть исправлены в срок, указанный преподавателем
* Все практические работы, проверенные и подписанные, сдаются в форме сводного отчета преподавателю до итогового занятия
* Без выполнения практических работ итоговая оценка не

выставляется

- 5 -

***1.2. Порядок оформления***

Порядок оформления практической работы должен быть максимально приближен к требованиям оформления курсовых и дипломных проектов.

Расчетно-графическая практическая работа должна содержать:

* Титульный лист
* Задание и исходные данные для выполнения ПР в соответствии с данными варианта
* Решение задачи с подробными пояснениями
* Чертежи
* Список основных (ОИ) и дополнительных (ДИ) источников

***Правила оформления текстовой части***

* Текстовая часть ПР выполняется на листах бумаги формата А4 по ГОСТ 2.301-68 (формат 210 х 297 мм)
* На первой странице текстового документа располагают основную надпись по ГОСТ 2.104-68 (форма 2)
* Текстовая часть работы выполняется по ГОСТ 2.105-95 ЕСКД «Общие требования к текстовым документам»
* Список основных и дополнительных источников должен быть составлен в соответствии с ГОСТ 7.И -84 «Библиографические описания документа. Общие требования и правила составления»

***Правила оформления графической части***

* Для выполнения графической части ПР рекомендуется использовать листы бумаги формата А4 по ГОСТ 2.301-68 (формат 210 х 297 мм)
* В нижней части листа располагают основную надпись по

ГОСТ 2.104-68 (форма 1)

* Чертежи выполняются :

а) карандашом на листах чертежной бумаги, в соответствующем масштабе, с нанесением всех геометрических и физических величин в соответствии с требованиями ЕСКД

б) с использованием ПЭВМ по ГОСТ 2.004-88 ЕСКД «Общие требования к выполнению документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ»

- 6 -

***1.5. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ***

***Основные источники (ОИ)***

***Таблица 1***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование | Автор | Издательство,  год издания |
| 1 | Техническая механика | Сафонова Г.Г., Артюховская Т.Ю., Ермаков Д.Е. | Москва. ИНФРА-М. 2010г. |
| 2 | Теоретическая механика | Никитин Е.М. | Москва. Наука. 1988г. |
| 3 | Техническая механика для строительных специальностей | Сетков В.И. | Москва. Академия. 2010г. |
| 4 | Сопротивление материалов | Улитин Н.С. | Москва. Высшая школа. 1975г. |
| 5 | Конспект лекций. |  |  |

**Дополнительные источники (ДИ)**

***Таблица 2***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | Руководство к решению задач по теоретической механике | Аркуша А.И. | Москва. Высшая школа. 2002г. |
| 2 | Сопротивление материалов | Ицкович Г.М. | Москва. Высшая школа. 2001г. |
| 3 | Основы расчета элементов конструкций в примерах | Михайлов А.М. | Москва. Высшая школа. 1980г. |
| 4 | Сборник задач по технической механике | Сетков В.И. | Москва. Академия. 2010г |
| 5 | Сборник задач по технической механике | Улитин Н.С., Першин А.Н., Лауенбург Л.В. | Москва. Высшая школа. 1978г. |

- 7 -

***ОГБПОУ СПО «Ряжский дорожный техникум»***

***Дисциплина:***

***«Техническая механика»***

**Тема 1.2. Плоская система сходящихся сил**

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1**

***Определение усилий в стержнях плоской фермы***

***РДТ 05 1 ОП.02 01 \_\_\_***

***Выполнил:***

***студент группы\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

***\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

***Проверил:***

***преподаватель Вашкина Г.П.***

***2015г.***

***ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1***

*Тема 1.2. Плоская система сходящихся сил*

***Определение усилий в стержнях плоской фермы***

***Цель:*** *- закрепить знания условий равновесия плоской системы сходящихся сил и приобрести практические навыки в определении внутренних усилий стержневых систем*

***Состав задания:***

*- определить усилия в стержневой системе аналитическим методом*

*- определить усилия в стержнях 1 и 2 графическим методом*

*- сравнить результаты двух решений*

*- определить относительную погрешность двух решений*

***1. Порядок выполнения***

* 1. Ознакомиться с составом задания
  2. Выбрать вариант по таблице вариантов
  3. Ознакомиться с методикой решения задачи
  4. Выполнить аналитическое решение задачи
  5. Выполнить графическое решение задачи
  6. Сравнить результаты двух решений
  7. Определить относительную погрешность двух решений

в стержнях 1 и 2

1.8. Оформить выполненное задание в виде отчета (формат А4)

***2. Основные положения***

Система сил называется сходящейся, если их линии действия пересекаются в одной точке

пучок сил

Равновесие системы сходящихся сил обеспечивают геометрическое и аналитическое условия равновесия.

- 9-

***Геометрическое условие равновесия (одно):***

- замыкаемость силового многоугольника есть единственное (необходимое и достаточное) геометрическое условие равновесия плоской системы сходящихся сил.

***Аналитические условия равновесия (два):***

- алгебраическая сумма проекций всех сил на ось Х равна нулю

***-***  алгебраическая сумма проекций всех сил на ось Y равна нулю

При определении усилий в стержневых системах необходимо помнить:

* усилия в стержнях направлены вдоль самих стержней
* растягивающим усилиям приписывают знак «+», сжимающим -

знак «-»

* растягивающие усилия направлены от рассматриваемого узла, сжимающие - к узлу
* на начальном этапе решения задачи усилия принимаем растягивающими, то есть направленными от узла. Окончательное решение о работе стержней принимаем по конечному результату.

***3. Методика расчета***

***3.1. Аналитическое решение***

Определение усилий в многостержневой системе производится последовательным вырезанием узлов системы и рассмотрением их равновесия.

При этом необходимо помнить, что исходя из количества уравнений равновесия (их два) можно рассматривать равновесие того узла, где сходятся не более двух неизвестных усилий. Это условие определяет порядок вырезания узлов.

1. Ввести обозначение стержней и узлов. Стержни обозначить цифрами

(1, 2, 3 и т. д.) , узлы - буквами (А, В, С и т. д.).

2. Выбрать точку (узел) равновесие которого рассматривается

3. Отбросить внешние связи узла и изобразить все действующие на

него активные силы и реакции связей

- 10 -

4. Выбрать рациональное расположение осей координат - одну ось

направить по какому- либо неизвестному усилию, другую ось - ей

перпендикулярно.

5. Составить уравнения равновесия, используя следующие условия:

6. Решить эти уравнения относительно неизвестных величин

7. Сделать вывод о работе стержня. При этом надо руководствоваться

тем, что если в результате вычисления усилие имеет положительное

значение, то стержень растянут, если отрицательное - стержень сжат

8. Указать знаки усилий на схеме стержневой системы

***3.2. Графическое решение***

1. Выбрать масштаб сил:
2. Построить замкнутый силовой многоугольник. Построение начать с известной силы или усилия, откладывая их из произвольной точки в выбранном масштабе, сохраняя направление. Если известных усилий несколько, построение силового многоугольника начинают с них
3. Из начала первой силы и конца последней провести две прямые параллельные искомым усилиям до их взаимного пересечения. Замыкающие стороны многоугольника и есть искомые усилия
4. Указать направление искомых усилий (по обводу многоугольника)
5. Измерить длины замыкающих сторон многоугольника и умножить на масштаб сил, тем самым определить усилия в стержнях
6. Сделать вывод о работе стержней. При этом надо руководствоваться следующим:

- если направление усилия на расчетной схеме совпадает с направлением данного усилия на силовом многоугольнике, то стержень испытывает растяжение, если направления противоположны, то - сжатие

1. Сравнить результаты двух решений (аналитического и графического) и вычислить относительную погрешность графического решения в процентах по формуле:

Относительная погрешность не должна превышать 5

- 11 -

8. Составить сравнительную таблицу усилий в стержнях системы

***Сравнительная таблица результатов решений***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *№ п/п* | *Решение* |  |  |
| *1* | *Аналитическое* |  |  |
| *2* | *Графическое* |  |  |
| *3* | *Относительная погрешность,* |  |  |

- 12 -

***4. Пример расчета***

***Задание.***

*- определить усилия в стержневой системе аналитическим*

*методом*

*- определить усилия в стержнях 1 и 2 графическим методом*

*- сравнить результаты двух решений*

*- определить относительную погрешность двух решений*

*в стержнях 1и 2*

*P2*

*P1*

*a =2м*

*P1 = 20кН*

*P2 = 50кН*

*P3 = 40кН*

*a*

*P3*

*a*

*a*

*a*

*1. Аналитическое решение*

1. Введем обозначение стержней и узлов

*6*

*5*

*4*

*3*

*2*

*1*

*P3 = 40кН*

*P1 = 20кН*

*P2 = 50кН*

*2м*

*2м*

*2м*

А

Е

В

*D*

С

*2м*

- 13 -

1. Рассмотрим последовательно равновесие узлов стержневой системы. Расчет начинаем с узла «В», так как к нему сходятся всего два стержня.

***Узел В.***

* вырезаем узел «В» и прикладываем к нему внешнюю силу и внутренние усилия , предполагая их растягивающими, то есть направленными от узла.

- назначаем оси координат: ось *Х* направляем по усилию ось *Y -* перпендикулярно к ней

*В*

*Y*

*Х*

Угол получаем из геометрических размеров расчетной схемы

* составляем уравнения равновесия системы сходящихся сил:
* решаем систему уравнений относительно неизвестных величин

Знак (-) показывает, что стержень *ВЕ* испытывает сжатие

(растяжение)

***Узел D***

* вырезаем узел «D», так как к нему сходятся стержни с двумя неизвестными усилиями .

- 14 -

Направление известного усилия показываем истинным, а направление неизвестных усилий предполагаем растягивающими и направленными от узла

*Y*

*D*

*Х*

* составляем уравнения равновесия:
* решаем систему уравнений:

(растяжение)

(сжатие)

***Узел Е***

* вырезаем узел «Е» и рассматриваем его равновесие. Направление известного усилия показываем истинным (к узлу), а направление неизвестных усилий предполагаем растягивающими и направленными от узла.
* принимаем рациональное расположение осей координат: ось *Х* направляем по стержню 1, ось Y - перпендикулярно оси *Х*

*Y*

*Х*

- 15 -

Решаем систему уравнений:

(растяжение)

(сжатие)

*2. Графическое решение*

* выбираем масштаб сил
* строим силовой треугольник. Построение начинаем с известной силы , откладывая ее в выбранном масштабе, сохраняя направление
* из начала и конца силы проводим две прямые параллельные искомым усилиям до их взаимного пересечения
* показываем направление искомых усилий по обводу треугольника
* применяя масштаб сил, определяем значения усилий в стержнях
* делаем вывод о работе стержней
* сравниваем результаты графического и аналитического решений и вычисляем относительную погрешность графического решения:

* составляем сравнительную таблицу усилий в стержнях системы

- 16 -

***Сравнительная таблица результатов решений***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *№ п/п* | *Решение* |  | , кН |
| *1* | *Аналитическое* | -28,3 | 20 |
| *2* | *Графическое* | -27,8 | 19,8 |
| *3* | *Относительная погрешность,* | 1,8 | 1 |

- 17 -

***Масштаб сил***

***Узел «В»***

**◦**

***(сжатие)***

***(растяжение)***

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  | ***РДТ 05 1 ОП.02 01 \_\_\_*** | | | |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  | ***Практическая работа №1*** | | | |
|  |  |  |  |
| ***Разраб.*** |  |  |  | ***Определение усилий в стержнях плоской фермы*** | ***Стад.*** | ***Лист.*** | ***Листов*** |
| ***Провер.*** |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  | ***Графическое решение*** | ***Гр. \_\_\_\_\_\_*** | | |
| ***Н.Конт.*** |  |  |  |
| ***Утв.*** |  |  |  |

***Исходные данные к практической работе №1***

***Таблица вариантов заданий***

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Схема* | *Вариант* |  |  |  |  |
|  | 1 | 45 | 73 | 53 | 2,0 |
| 2 | 52 | 46 | 58 | 2,5 |
| 3 | 38 | 53 | 71 | 3,0 |
| 4 | 54 | 71 | 37 | 2,0 |
| 5 | 64 | 54 | 48 | 2,5 |
| 6 | 35 | 45 | 65 | 3,0 |
| 7 | 47 | 66 | 56 | 2,0 |
| 8 | 39 | 72 | 48 | 2,5 |
| 9 | 53 | 58 | 60 | 3,0 |
| 10 | 63 | 54 | 43 | 2,0 |
| 11 | 46 | 55 | 62 | 2,5 |
| 12 | 55 | 82 | 40 | 3,0 |
| 13 | 38 | 56 | 46 | 2,0 |
| 14 | 42 | 50 | 66 | 2,5 |
| 15 | 40 | 58 | 70 | 3,0 |
| 16 | 51 | 55 | 74 | 2,0 |
| 17 | 50 | 66 | 35 | 2,5 |
| 18 | 66 | 51 | 40 | 3,0 |
| 19 | 56 | 64 | 46 | 2,0 |
| 20 | 44 | 70 | 50 | 2,5 |
| 21 | 57 | 62 | 38 | 3,0 |
| 22 | 64 | 50 | 44 | 2,0 |
| 23 | 58 | 49 | 40 | 2,5 |
| 24 | 48 | 63 | 55 | 3,0 |
| 25 | 37 | 80 | 65 | 2,0 |
| 26 | 60 | 37 | 57 | 2,5 |
| 27 | 65 | 70 | 55 | 3,0 |
| 28 | 85 | 50 | 30 | 2,0 |
| 29 | 96 | 60 | 48 | 2,5 |
| 30 | 70 | 35 | 50 | 3,0 |

***Основные источники (ОИ):***

*1. Сафонова Г.Г., Артюховская Т.Ю., Ериаков Д.Е. Теоретическая механика.*

*Москва. ИНФРА-М. 2010г. §§ 1.2.8. Стр. 20 – 22*

*2. Сетков В.И. Техническая механика для строительных специальностей. Москва.*

*Академия. 2010 г. § 1.3.2. Стр. 53 – 57*

*3. Конспект лекций*

*- 19 –*

***Контрольные вопросы***

1. *Какие тела называются свободными? Несвободными?*
2. *Что называется связью?*
3. *Дайте определение силе, укажите параметры, определяющие силу как вектор, единицы измерения силы в системе СИ.*
4. *Какие системы сил называются эквивалентными?*
5. *Какая сила называется равнодействующей, уравновешивающей?*
6. *Что называется реакцией связи? Назовите основные типы связей и направление их реакций.*
7. *Какая система называется сходящейся?*
8. *Сформулируйте правило треугольника и многоугольника сил.*
9. *Сформулируйте геометрическое условие равновесия плоской системы сходящихся сил.*
10. *Что называется проекцией силы на ось, как определяется знак проекции? В каком случае проекция силы на ось равна нулю?*
11. *Сформулируйте аналитические условия равновесия плоской системы сходящихся сил.*

- 20 -

***ОГБПОУ «Ряжский дорожный техникум»***

***Дисциплина:***

***«Техническая механика»***

**Тема 1.4. Плоская система произвольно расположенных сил**

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2**

***Определение опорных реакций простых балок***

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3**

***Определение опорных реакций консольных балок***

***РДТ 05 1 ОП.02 01 \_\_\_***

***Выполнил:***

***студент группы\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

***\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

***Проверил:***

***преподаватель Вашкина Г.П.***

***2015г.***

***ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2***

*Тема 1.4. Плоская система произвольно расположенных сил*

***Определение опорных реакций простых балок***

***Цель:*** *- закрепить знания условий равновесия плоской системы произвольно расположенных сил и приобрести необходимые практические навыки и умения в определении опорных реакций в простых балках*

***Состав задания:***

*- определить опорные реакции в простой балке*

*- выполнить проверку правильности решения задачи*

***1. Порядок выполнения***

* 1. Ознакомиться с составом задания
  2. Выбрать исходные данные по таблице вариантов
  3. Ознакомиться с методикой решения задачи
  4. Выполнить аналитическое решение задачи
  5. Выполнить проверку правильности решения задачи
  6. Оформить выполненное задание в виде отчета (формат А4)

***2. Основные положения***

Как известно, любую плоскую систему сил можно привести к главному вектору и главному моменту .

Если же система уравновешена, то и =0. Эти равенства выражают два необходимых и достаточных условий равновесия плоской системы сил.

Для произвольной плоской системы сил из этих двух условий непосредственно получаем три уравнения равновесия:

При решении некоторых задач одно или оба уравнений проекций целесообразно заменить уравнениями моментов относительно каких-либо

точек, то есть систему уравнений равновесия можно представить в виде:

или

- 22-

В задачах, решаемых при помощи уравнений равновесия, рассматриваются тела, находящиеся в состоянии покоя, тогда система сил, действующих на тело, уравновешена.

Нагрузки, как правило, бывают заданы. Они имеют числовые значения, точку приложения к телу и направление их действия

В рассматриваемой задаче будем рассматривать три разновидности нагрузок:

1. Сосредоточенная сила:
2. Сосредоточенные пары сил:
3. Равномерно распределенные силы:

Все аксиомы и положения статики справедливы для сосредоточенных сил, поэтому при решении задачи равномерно распределенную нагрузку обходимо предварительно заменить ее равнодействующей, которая приложена в центре тяжести, то есть делит длину загружения пополам и равна произведению интенсивности на длину загружения :

В задаче требуется определить опорные реакции балки, поэтому необходимо знать:

1. Шарнирно-подвижная опора препятствует лишь поступательному перемещению тела перпендикулярно опорной поверхности и, следователь-

но, накладывает на него одну связь. Реакция такой опоры перпендикулярна опорной поверхности:

- 23 –

2. Шарнирно-неподвижная опора накладывает на тело две связи и препятствует поступательным перемещениям вдоль обеих координатных осей. Опорные реакции содержат две составляющие:

3. Жесткая заделка накладывает на тело три связи и препятствует поступательным перемещениям вдоль обеих координатных осей и вращательному движению относительно шарнира А. Такая связь дает три реакции: вертикальную, горизонтальную и реактивный момент:

***2. Методика решения задачи***

1. Изображаем расчетную схему балки, соблюдая линейный масштаб.

2. Освобождаем мысленно балку от связей, а их действия заменяем

реакциями, указав их на расчетной схеме.

3. Заменяем равномерно распределенную нагрузку равнодействующей.

4. Составляем уравнения равновесия, удобные для заданной задачи.

5. Решаем уравнения равновесия относительно неизвестных опорных

реакций.

6. Делаем проверку правильности решения.

- 24 -

***2. Пример расчета***

***Задание.***

* определить опорные реакции в однопролетной статически определимой балке
* выполнить проверку правильности определения опорных реакций

1. ***Решение***

1. Освобождаем мысленно балку от связей, а их действие заменяем их реакциями

2. Определяем равнодействующую равномерно распределенной нагрузки

3. Определяем опорную реакцию

Составляем уравнение равновесия:

, отсюда

4. Определяем опорную реакцию

Составляем уравнение равновесия:

;

Подставляем числовые значения всех известных величин и решаем уравнение относительно неизвестной реакции

- 25 -

5. Определяем опорную реакцию

Составляем уравнение равновесия:

;

Подставляем числовые значения всех известных величин и решаем уравнение относительно неизвестной реакции

6. Делаем проверку правильности решения

Составляем уравнение равновесия:

;

***Вывод:***

***проверка выполнена, следовательно, реакции определены верно***

- 26 –

***Исходные данные к практической работе №2***

***Расчетная схема:***

***Таблица вариантов заданий***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Вариант*** | P,  кН | q,  кН/м | M, кН∙м | a, м | b, м | c, м | ***Вариант*** | *P,*  *кН* | *q, кН/м* | *M, кН∙м* | *a, м* | *b, м* | *c, м* |
| 1 | 22 | 4 | 10 | 2 | 6 | 2 | 16 | 25 | 2 | 12 | 4 | 4 | 2 |
| 2 | 18 | 6 | 12 | 1 | 7 | 2 | 17 | 21 | 4 | 10 | 3 | 5 | 2 |
| 3 | 34 | 8 | 14 | 1 | 6 | 3 | 18 | 16 | 4 | 16 | 5 | 4 | 1 |
| 4 | 30 | 2 | 16 | 3 | 4 | 3 | 19 | 33 | 6 | 18 | 6 | 3 | 1 |
| 5 | 28 | 6 | 18 | 3 | 5 | 2 | 20 | 44 | 8 | 14 | 7 | 2 | 1 |
| 6 | 24 | 8 | 20 | 2 | 5 | 3 | 21 | 12 | 4 | 20 | 2 | 6 | 2 |
| 7 | 40 | 4 | 22 | 1 | 6 | 4 | 22 | 17 | 2 | 10 | 2 | 5 | 3 |
| 8 | 32 | 2 | 20 | 1 | 8 | 1 | 23 | 23 | 2 | 16 | 1 | 6 | 3 |
| 9 | 26 | 2 | 18 | 2 | 7 | 1 | 24 | 18 | 4 | 14 | 4 | 4 | 2 |
| 10 | 14 | 4 | 16 | 3 | 3 | 4 | 25 | 10 | 8 | 18 | 3 | 5 | 2 |
| 11 | 15 | 6 | 14 | 4 | 4 | 2 | 26 | 11 | 6 | 12 | 5 | 3 | 2 |
| 12 | 27 | 4 | 12 | 3 | 5 | 2 | 27 | 19 | 4 | 22 | 4 | 4 | 2 |
| 13 | 20 | 8 | 20 | 2 | 5 | 3 | 28 | 36 | 2 | 10 | 3 | 6 | 1 |
| 14 | 17 | 2 | 22 | 5 | 4 | 1 | 29 | 26 | 2 | 12 | 3 | 5 | 2 |
| 15 | 35 | 2 | 10 | 4 | 5 | 1 | 30 | 24 | 4 | 16 | 5 | 4 | 1 |

***Основные источники (ОИ):***

*1. Сафонова Г.Г., Артюховская Т.Ю., Ериаков Д.Е. Теоретическая механика.*

*Москва. ИНФРА-М. 2010г. §§ 1.4.7. Стр. 39– 40*

*2. Сетков В.И. Сборник задач по технической механике. Москва.*

*Академия. 2012 г. § 1.2. Стр. 17 – 20*

*3. Конспект лекций*

- 27 -

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3**

*Тема 1.4. Плоская система произвольно расположенных сил*

***Определение опорных реакций консольных балок***

***Цель:*** *- закрепить знания условий равновесия плоской системы произвольно расположенных сил и приобрести практические навыки и умения в определении опорных реакций консольных балок*

***Состав задания:***

*- определить опорные реакции в консольной балке*

*- выполнить проверку правильности решения задачи*

***1. Порядок выполнения***

1.1. Ознакомиться с составом задания

1.2. Выбрать исходные данные по таблице вариантов

1.3. Ознакомиться с методикой решения задачи

1.4. Выполнить аналитическое решение задачи

1.5. Выполнить проверку правильности решения задачи

1.6. Оформить выполненное задание в виде отчета (формат А4)

***2. Методика решения задачи***

1. Изображаем расчетную схему балки, соблюдая линейный масштаб.

2. Освобождаем мысленно балку от связи, а её действие заменяем

реакциями, указав их на расчетной схеме.

3. Заменяем равномерно распределенную нагрузку равнодействующей.

4. Составляем уравнения равновесия, удобные для заданной задачи.

5. Решаем уравнения равновесия относительно неизвестных опорных

реакций.

6. Делаем проверку правильности решения.

- 28 -

***3. Пример расчета***

***Задание.***

* определить опорные реакции в консольной балке
* выполнить проверку правильности определения опорных реакций

***Расчетная схема консольной балки:***

***1. Решение***

1. Освобождаем мысленно балку от связей, а их действие заменяем их реакциями

2. Определяем равнодействующую равномерно распределенной нагрузки

3. Определяем опорную реакцию

Составляем уравнение равновесия:

, отсюда

4. Определяем опорную реакцию

Составляем уравнение равновесия:

Решаем уравнение:

5. Определяем реактивный момент

Составляем уравнение равновесия:

- 29 -

Решаем уравнение:

6. Выполняем проверку вычислений:

Составляем уравнение равновесия:

***Вывод:***

***проверка выполнена, следовательно, реакции определены верно***

- 30 -

***Исходные данные к практической работе №3***

***Расчетная схема консольной балки:***

***Таблица вариантов заданий***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Вариант*** | P,  кН | q,  кН/м | M, кН∙м | a, м | b, м | c, м | ***Вариант*** | *P,*  кН | *q, кН/м* | *M,* кН∙м | a, м | b, м | c, м |
| 1 | 22 | 4 | 10 | 2 | 6 | 2 | 16 | 25 | 2 | 12 | 4 | 4 | 2 |
| 2 | 18 | 6 | 12 | 1 | 7 | 2 | 17 | 21 | 4 | 10 | 3 | 5 | 2 |
| 3 | 34 | 8 | 14 | 1 | 6 | 3 | 18 | 16 | 4 | 16 | 5 | 4 | 1 |
| 4 | 30 | 2 | 16 | 3 | 4 | 3 | 19 | 33 | 6 | 18 | 6 | 3 | 1 |
| 5 | 28 | 6 | 18 | 3 | 5 | 2 | 20 | 44 | 8 | 14 | 7 | 2 | 1 |
| 6 | 24 | 8 | 20 | 2 | 5 | 3 | 21 | 12 | 4 | 20 | 2 | 6 | 2 |
| 7 | 40 | 4 | 22 | 1 | 6 | 4 | 22 | 17 | 2 | 10 | 2 | 5 | 3 |
| 8 | 32 | 2 | 20 | 1 | 8 | 1 | 23 | 23 | 2 | 16 | 1 | 6 | 3 |
| 9 | 26 | 2 | 18 | 2 | 7 | 1 | 24 | 18 | 4 | 14 | 4 | 4 | 2 |
| 10 | 14 | 4 | 16 | 3 | 3 | 4 | 25 | 10 | 8 | 18 | 3 | 5 | 2 |
| 11 | 15 | 6 | 14 | 4 | 4 | 2 | 26 | 11 | 6 | 12 | 5 | 3 | 2 |
| 12 | 27 | 4 | 12 | 3 | 5 | 2 | 27 | 19 | 4 | 22 | 4 | 4 | 2 |
| 13 | 20 | 8 | 20 | 2 | 5 | 3 | 28 | 36 | 2 | 10 | 3 | 6 | 1 |
| 14 | 17 | 2 | 22 | 5 | 4 | 1 | 29 | 26 | 2 | 12 | 3 | 5 | 2 |
| 15 | 35 | 2 | 10 | 4 | 5 | 1 | 30 | 24 | 4 | 16 | 5 | 4 | 1 |

***Основные источники (ОИ):***

*1. Сафонова Г.Г., Артюховская Т.Ю., Ериаков Д.Е. Теоретическая механика.*

*Москва. ИНФРА-М. 2010г. §§ 1.4.5. Стр. 38-39*

*3. Конспект лекций*

- 31 -

***Контрольные вопросы***

1. *Что означает привести силу к данному центру?*
2. *Что называется главным вектором и главным моментов плоской системы произвольно расположенных сил?*
3. *Сформулируйте условия равновесия плоской системы произвольно расположенных сил*
4. *Какие уравнения можно составить для уравновешенной системы сил?*
5. *Сформулируйте теорему Вариньона.*
6. *Назовите типы опор балочных систем и их реакции.*
7. *Перечислите различные виды нагрузок на балку, их единицы измерения.*
8. *Что называется моментом силы относительно точки? Каковы его знак и размерность?*
9. *В каком случае момент силы относительно точки равен нулю?*
10. *Что называется проекцией силы на ось? Чему равны проекции силы на две взаимно перпендикулярные оси? Правило знаков.*

- 32 -

***ОГБПОУ «Ряжский дорожный техникум»***

***Дисциплина:***

***«Техническая механика»***

**Тема 1.6. Центр тяжести**

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4**

***«Определение координат центра тяжести плоского***

***сечения геометрической формы»***

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5**

***«Определение координат центра тяжести плоского***

***сечения, составленного из прокатных профилей»***

***РДТ 05 1 ОП.02 01 \_\_\_***

***Выполнил:***

***студент группы\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

***\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

***Проверил:***

***преподаватель Вашкина Г.П.***

***2015г.***

***ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4***

*Тема 1.7. Центр тяжести*

*«Определение координат центра тяжести плоского сечения*

*геометрической формы»*

***Цель:*** *- приобрести необходимые практические навыки и умения в определении координат центра тяжести плоского сечения геометрической формы, имеющего ось симметрии*

***Состав задания:***

*- определить координаты центра тяжести заданного сечения*

*геометрической формы*

*- указать положение центра тяжести на заданном сечении*

***1. Порядок выполнения***

1. Ознакомиться с составом задания

2. Выбрать исходные данные по таблице вариантов

3. Ознакомиться с методикой решения задачи

4. Выполнить аналитическое решение задачи

5. Оформить выполненное задание в виде отчета (формат А)

***2. Основные положения***

По закону всемирного тяготения на все частицы тела, находящегося вблизи земной поверхности, действуют силы притяжения их к Земле, то есть силы их тяжести.

***Равнодействующая сил тяжести всех отдельных частиц тела называется силой тяжести тела.***

Центр тяжести находится в совершенно определенной для каждого тела точке при изменении положения самого тела.

***Центр тяжести тела есть такая, неизменно связанная с этим телом, точка, через которую проходит линия действия силы тяжести данного тела при любом положении тела в пространстве.***

На практике часто приходится определять положение центра тяжести плоских фигур. Такие фигуры можно представить себе как тонкие однородные пластины, толщиной которых можно пренебречь. Объёмы отдельных частиц такой пластины пропорциональны площадям соответствующих элементов фигуры, и координаты ее центра тяжести будут зависеть только от площади фигуры и ее формы.

***Центр тяжести однородной тонкой пластины постоянной толщины, имеющей очертание плоской фигуры, называется центром тяжести площади плоской фигуры.***

- 34 -

Координаты центра тяжести площади плоской фигуры определяют по формулам:

где - площадь произвольного элемента фигуры (простой геометрической фигуры), - координаты центра тяжести площади простой геометрической фигуры, - площадь всей фигуры.

У1

***Необходимо помнить:***

При определении центра тяжести площадей плоских фигур, имеющих ось симметрии, необходимо руководствоваться тем, что центр тяжести лежит на этой оси.

***Положение центра тяжести площади простых геометрических сечений***

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Фигура | Площадь,  А | Абсциссы  центра тяжести | | Ординаты  центра тяжести | |
| Х1 | Х2 | У1 | У2 |
| b  Х2  Х1  h  У2  С |  |  |  |  |  |
| С  Х2  Х1  У2  С  h  У1  b |  |  |  |  |  |
| Х1  Х2  У2  h  У1  b |  |  |  |  |  |
| С  R |  |  |  |  |  |

- 35 -

***3. Методика решения задачи***

1. Изображаем расчетную схему сечения, соблюдая масштаб

2. Проводим вспомогательные оси *X* и *Y*

3. Разбиваем сечение на простые геометрические сечения

4. Определяем площади простых сечений

5. Определяем координаты центров тяжести простых сечений в выбранной

системе координат

6. Вычисляем координаты центра тяжести заданного сечения

7. На заданном сечении показываем положение центра тяжести

***4. Пример расчета***

***Задание.***

* определить координаты центра тяжести сложного сечения геометрической формы, имеющего ось симметрии

***Расчетная схема:***

h3

h2

h1

b

b

a

a

***Решение***

1. Чертим заданное геометрическое сечение в масштабе

2. Проводим вспомогательные оси: ось *Y* проводим по оси симметрии,

ось *Х* - по нижней грани сечения

3. Разбиваем заданное сечение на простые геометрические сечения:

1. Прямоугольник с центром тяжести С1
2. Прямоугольник с центром тяжести С2
3. Треугольник с центром тяжести С3

- 36 -

4. Определяем площади простых геометрических сечений

Общая площадь:

5. Находим координаты центра тяжести простых геометрических сечений

в выбранной системе координат

6. Определяем центр тяжести заданного сечения

7. Наносим на заданное сечение центр тяжести С (0; 5,1)

- 37 -

**С3**

**С**

**С1**

**С2**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  | ***РДТ 05 1 ОП.02 01 \_\_\_*** | | | |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  | ***Практическая работа №4*** | | | |
|  |  |  |  |
| ***Разраб.*** |  |  |  | ***Определение координат***  ***центра тяжести*** | ***Стад.*** | ***Лист*** | ***Листов*** |
| ***Провер.*** |  |  |  |  | ***1*** |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  | ***Сечение геометрической формы*** | ***Гр. \_\_\_\_\_*** | | |
| ***Н.Конт.*** |  |  |  |
| ***Утв.*** |  |  |  |

***Исходные данные к практической работе №4***

***Расчетная схема:***

h3

h2

h1

b

b

a

a

***Таблица вариантов заданий***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Вариант*** | a, cм | b, cм | h1, cм | h2, cм | h3, cм | ***Вариант*** | *a, м* | *b, м* | h1, cм | h2, cм | h3, cм |
| 1 | 2,8 | 1,5 | 1 | 8 | 3 | 16 | 3,0 | 1,5 | 2,0 | 6,2 | 3 |
| 2 | 3,3 | 1,2 | 1,2 | 6,3 | 4,5 | 17 | 2,8 | 1,2 | 1,4 | 5,1 | 4,5 |
| 3 | 2,7 | 1,8 | 1,4 | 1,5 | 6 | 18 | 2,6 | 1,8 | 1,5 | 3,5 | 6 |
| 4 | 2,4 | 2,1 | 1,5 | 7,5 | 3 | 19 | 2,4 | 2,1 | 1,6 | 6,4 | 3 |
| 5 | 2,1 | 2,4 | 1,6 | 5,9 | 4,5 | 20 | 2,0 | 2,4 | 1 | 5,5 | 4,5 |
| 6 | 1,8 | 2,7 | 1,7 | 4,3 | 6 | 21 | 1,7 | 2,7 | 1,2 | 3,8 | 6 |
| 7 | 1,5 | 3,0 | 1,8 | 7,2 | 3 | 22 | 1,6 | 3,0 | 1,4 | 6,6 | 3 |
| 8 | 1,6 | 3,0 | 2,0 | 5,5 | 4,5 | 23 | 1,4 | 3,0 | 1,5 | 5,0 | 4,5 |
| 9 | 1,9 | 2,7 | 1,4 | 4,6 | 6 | 24 | 1,9 | 2,7 | 1,6 | 3,4 | 6 |
| 10 | 2,0 | 2,4 | 1,5 | 7,8 | 2,7 | 25 | 1,8 | 2,4 | 1,7 | 6,6 | 2,7 |
| 11 | 2,2 | 2,1 | 1,6 | 4,9 | 4,5 | 26 | 2,0 | 2,1 | 1,3 | 5,2 | 4,5 |
| 12 | 2,5 | 1,8 | 1,7 | 7,3 | 3 | 27 | 2,5 | 1,8 | 1,7 | 6,3 | 3 |
| 13 | 2,4 | 1,5 | 1 | 5,0 | 6 | 28 | 2,7 | 1,5 | 1,8 | 3,2 | 6 |
| 14 | 3,5 | 1,2 | 1,2 | 6,3 | 4,5 | 29 | 3,2 | 1,2 | 2,0 | 4,5 | 4,5 |
| 15 | 2,3 | 2,1 | 2,4 | 7,9 | 2,7 | 30 | 1,9 | 2,1 | 1,4 | 6,9 | 2,7 |

***Основные источники (ОИ):***

*1. Сафонова Г.Г., Артюховская Т.Ю., Ериаков Д.Е. Теоретическая механика.*

*Москва. ИНФРА-М. 2010г. §§ 1.6.6. Стр. 49– 51*

*2. Сетков В.И. Техническая механика для строительных специальностей. Москва.*

*Академия. 2008 г. § 1.8.2. Стр. 163 – 164*

*3. Конспект лекций*

- 39 -

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5**

*Тема 1.5. Центр тяжести*

***Определение положения центра тяжести плоского сечения,***

***составленного из прокатных профилей***

***Цель:*** *- приобрести необходимые практические навыки и умения в определении положения центра тяжести плоского сечения, составленного из прокатных профилей, имеющего ось симметрии*

***Состав задания:***

*- определить координаты центра тяжести заданного сечения, составленного из прокатных профилей*

*- указать положение центра тяжести на заданном сечении*

***1. Порядок выполнения***

1. Ознакомиться с составом задания

2. Выбрать исходные данные по таблице вариантов

3. Ознакомиться с методикой решения задачи

4. Выполнить аналитическое решение задачи

5. Оформить выполненное задание в виде отчета (формат А)

***2. Методика решения задачи***

1. Изображаем расчетную схему сечения, соблюдая масштаб

2. Проводим вспомогательные оси *X* и *Y*

3. Разбиваем сечение на простые сечения

4. Выписываем из сортамента прокатной стали необходимые значения

сечений для решения задачи

5. Определяем координаты центров тяжести простых сечений в выбранной

системе координат

6. Вычисляем координаты центра тяжести заданного сечения

7. На заданном сечении показываем положение центра тяжести

- 40 -

***4. Пример расчета***

***Задание.***

*- определить координаты центра тяжести заданного сечения, составленного из прокатных профилей*

*- указать положение центра тяжести на заданном сечении*

*Двутавр №18*

*Швеллер №16*

***Решение:***

1. Чертим заданное сечение в масштабе

2. Проводим вспомогательные оси: ось *Y* проводим по оси симметрии,

ось *Х* - по нижней грани сечения

3. Разбиваем заданное сечение на простые сечения:

1. Двутавр с центром тяжести С1

2. Швеллер с центром тяжести С2

4. Выписываем из сортамента прокатной стали площади сечений и

расстояние от наружной грани стенки до центра тяжести швеллера

Общая площадь:

- 41 -

5. Находим координаты центра тяжести простых геометрических сечений

в выбранной системе координат

6. Определяем центр тяжести заданного сечения

7. Наносим на заданное сечение центр тяжести С (0; 13,7)

- 42 -

***Двутавр № 18***

***Швеллер № 16***

**№ 16**

**№ 18**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  | ***РДТ 05 1 ОП.02 01 \_\_\_*** | | | |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  | ***Практическая работа №5*** | | | |
|  |  |  |  |
| ***Разраб.*** |  |  |  | ***Определение координат***  ***центра тяжести*** | ***Стад.*** | ***Лист*** | ***Лист***ов |
| ***Провер.*** |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  | ***Сечение из прокатных***  ***профилей*** | ***Гр.\_\_\_\_\_\_*** | | |
| ***Н.Конт.*** |  |  |  |
| ***Утв.*** |  |  |  |

***Исходные данные к практической работе №4***

***Расчетные схемы:***

***Схема 1 Схема 2 Схема 3***

***Таблица вариантов заданий***

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Вариант*** | ***Схема*** | ***Прокат*** | | ***Вариант*** | ***Схема*** | ***Прокат*** | |
| ***Двутавр №*** | ***Швеллер №*** | ***Двутавр №*** | ***Швеллер №*** |
| 1 | 1 | 14 | 16 | 16 | 1 | 36 | 33 |
| 2 | 2 | 16 | 18 | 17 | 2 | 33 | 30 |
| 3 | 3 | 18 | 20 | 18 | 3 | 30 | 27 |
| 4 | 1 | 16 | 18 | 19 | 1 | 27 | 24 |
| 5 | 2 | 18 | 20 | 20 | 2 | 24 | 22 |
| 6 | 3 | 20 | 22 | 21 | 3 | 22 | 20 |
| 7 | 1 | 18 | 20 | 22 | 1 | 24 | 22 |
| 8 | 2 | 20 | 22 | 23 | 2 | 22 | 20 |
| 9 | 3 | 22 | 24 | 24 | 3 | 20 | 18 |
| 10 | 1 | 20 | 22 | 25 | 1 | 22 | 20 |
| 11 | 2 | 22 | 24 | 26 | 2 | 20 | 18 |
| 12 | 3 | 24 | 27 | 27 | 3 | 18 | 16 |
| 13 | 1 | 27 | 30 | 28 | 1 | 20 | 18 |
| 14 | 2 | 30 | 33 | 29 | 2 | 18 | 16 |
| 15 | 3 | 33 | 36 | 30 | 3 | 16 | 14 |

***Основные источники (ОИ):***

*1. Сафонова Г.Г., Артюховская Т.Ю., Ериаков Д.Е. Теоретическая механика.*

*Москва. ИНФРА-М. 2010г. §§ 1.6.6. Стр. 51– 52*

*2. Сетков В.И. Техническая механика для строительных специальностей. Москва.*

*Академия. 2008 г. § 1.8.3. Стр. 168 – 169*

*3. Конспект лекций*

- 44 -

***Контрольные вопросы***

1. *Что называют центром тяжести тела?*
2. *Что называют центром тяжести площади плоской фигуры?*
3. *Что называется статическим моментом площади плоской фигуры? Единицы измерения? В каком случае он равен нулю?*
4. *Как определить положение центра тяжести простых геометрических фигур: прямоугольника, треугольника, круга?*
5. *Как определить положение центра тяжести площади сложного сечения геометрической формы?*
6. *Как определить положение центра тяжести площади сложного сечения, составленного из стандартных профилей проката?*

- 45 -

***ОГБПОУ «Ряжский дорожный техникум»***

***Дисциплина:***

***«Техническая механика»***

**Тема 1.6. *Устойчивость равновесия***

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6**

***«Определение коэффициента устойчивости тела,***

***опирающегося на плоскость»***

***РДТ 05 1 ОП.02 01 \_\_\_***

***Выполнил:***

***студент группы\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

***\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

***Проверил:***

***преподаватель Вашкина Г.П.***

***2015г.***

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6**

*Тема 1.6. Устойчивость равновесия*

***Определение коэффициента устойчивости тела, опирающегося на плоскость***

***Цель:*** *- приобрести необходимые практические навыки и умения в выполнении проверки устойчивости тела, опирающегося на плоскость*

***Состав задания:***

*Проверить устойчивость подпорной стены от давления грунта, если коэффициент устойчивости К = 1,5*

***Принять:***

***-*** *материал стены железобетон, объемный вес*

*- объемный вес грунта*

*- опрокидывающая сила от давления грунта на стену приложена на расстоянии h/3 от основания*

*Расчет вести на длину стены*

***1. Порядок выполнения***

1. Ознакомиться с составом задания

2. Выбрать исходные данные по таблице вариантов

3. Ознакомиться с методикой решения задачи

4. Выполнить аналитическое решение задачи

5. Оформить выполненное задание в виде отчета (формат А)

***2. Основные положения***

Практические задачи, которые могут быть решены с помощью уравнений

равновесия системы произвольно расположенных сил на плоскости, являются

задачи, связанные с устойчивостью равновесия или с обеспечением условий равновесия против опрокидывания тела.

- 47 –

- опрокидывающая сила

- удерживающая сила

Эффект опрокидывания и удерживания зависит не только от величин

опрокидывающей и удерживающей сил, но от их положения, поэтому мера действия указанных сил на тело оценивается моментами:

- опрокидывающий момент

- удерживающий момент

Для случая приведенного на рисунке каждый из них легко найти:

*;*

Отношение удерживающего момента к опрокидывающему моменту называется коэффициентом устойчивости:

Этот коэффициент в целях устойчивости сооружения всегда должен быть больше единицы***.*** Значения его для различных сооружений даются ГОСТом.

Обычно коэффициент устойчивости принимают:

***2. Методика решения задачи***

1. Изображаем расчетную схему подпорной стены

2. Определяем давление грунта на подпорную стену

3. Строим график (эпюру) давления грунта по высоте стены

4. Определяем опрокидывающую силу относительно точки В

5. Определяем удерживающие силы относительно точки В

6. Определяем опрокидывающий момент относительно В

7. Определяем удерживающий момент относительно точки В

8. Определяем коэффициент устойчивости

9. Делаем вывод об устойчивости подпорной стены

- 48 –

***4. Пример расчета***

***Состав задания:***

*Проверить устойчивость подпорной стены от давления грунта, если коэффициент устойчивости К = 1,5*

***Принять:***

***-*** *материал стены железобетон, объемный вес*

*- объемный вес грунта*

*- опрокидывающая сила от давления грунта на стену приложена на расстоянии h/3 от основания*

*Расчет вести на длину стены*

***Схема подпорной стены:***

*h = 2,8м*

*a = 0,6м*

*b = 1,2м*

*Ропр.*

***Решение:***

1. Определяем давление грунта на подпорную стену

- по верху стены:

, так как

- на уровне подошвы стены:

2. Строим график (эпюру) давления грунта по высоте стены, изменяющийся

по линейному закону

- 49 –

*Ропр.*

3. Определяем опрокидывающую силу относительно точки В

- сила давления грунта на стену на уровне подошвы

- опрокидывающая сила

4. Определяем удерживающие силы относительно точки В

5. Определяем опрокидывающий момент относительно В

6. Определяем удерживающий момент относительно точки В

7. Определяем коэффициент устойчивости

***Вывод:*** *устойчивость стены обеспечена, так как фактический*

*коэффициент устойчивости больше требуемого*

- 50 –

***Таблица вариантов заданий***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Вариант* | h,  м | a, м | b, м |
| 1 | 2,7 | 0,62 | 0,81 |
| 2 | 2,5 | 0,56 | 0,74 |
| 3 | 3,0 | 0,70 | 0,85 |
| 4 | 2,8 | 0,64 | 0,83 |
| 5 | 3,2 | 0,76 | 0,86 |
| 6 | 2,7 | 0,58 | 0,92 |
| 7 | 2,5 | 0,53 | 0,83 |
| 8 | 3,0 | 0,78 | 0,90 |
| 9 | 2,8 | 0,66 | 0,85 |
| 10 | 3,2 | 0,74 | 0,90 |
| 11 | 2,7 | 0,67 | 0,84 |
| 12 | 2,5 | 0,55 | 0,77 |
| 13 | 3,0 | 0,72 | 0,92 |
| 14 | 2,8 | 0,60 | 0,84 |
| 15 | 3,2 | 0,68 | 0,99 |
| 16 | 2,7 | 0,55 | 0,74 |
| 17 | 2,5 | 0,62 | 0,85 |
| 18 | 3,0 | 0,68 | 0,88 |
| 19 | 2,8 | 0,62 | 0,86 |
| 20 | 3,2 | 0,74 | 0,92 |
| 21 | 2,7 | 0,64 | 0,78 |
| 22 | 2,5 | 0,58 | 0,82 |
| 23 | 3,0 | 0,66 | 0,90 |
| 24 | 2,8 | 0,70 | 0,82 |
| 25 | 3,2 | 0,76 | 0,93 |
| 26 | 2,7 | 0,63 | 0,85 |
| 27 | 2,5 | 0,60 | 0,80 |
| 28 | 3,0 | 0,74 | 0,82 |
| 29 | 2,8 | 0,72 | 0,78 |
| 30 | 3,2 | 0,72 | 0,96 |

***Основные источники (ОИ):***

*1. Сафонова Г.Г., Артюховская Т.Ю., Ериаков Д.Е. Теоретическая механика.*

*Москва. ИНФРА-М. 2010г. §§ 1.7. Стр. 54– 58*

*2. Сетков В.И. Техническая механика для строительных специальностей. Москва.*

*Академия. 2008 г. § 1.6. Стр. 150– 152*

*3. Конспект лекций*

- 51 –

***Контрольные вопросы***

*1. В чем заключается идея расчета сооружений на устойчивость против*

*опрокидывания?*

*2. Как определяется опрокидывающий момент?*

*3. Как определяется удерживающий момент?*

*4. Для чего вводится коэффициент устойчивости ?*

*5. Как определяется коэффициент устойчивости ?*

- 52 –

***ОГБПОУ «Ряжский дорожный техникум»***

***Дисциплина:***

***«Техническая механика»***

**Тема 2.2. *Растяжение и сжатие***

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7**

***«Построение эпюр продольных сил и нормальных напряжений***

***при центральном растяжении и сжатии»***

***РДТ 05 1 ОП.02 01 \_\_\_***

***Выполнил:***

***студент группы\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

***\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

***Проверил:***

***преподаватель Вашкина Г.П.***

***2015г.***

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 7**

*Тема 2.2. Растяжение и сжатие*

***Построение эпюр продольных сил и нормальных напряжений***

***при центральном растяжении и сжатии***

***Цель:*** *- приобрести необходимые практические навыки и умения в построении эпюр продольных сил и нормальных напряжений центрально растягиваемого (сжимаемого) бруса*

***Состав задания:***

*Для стального ступенчатого бруса построить эпюры продольных сил и нормальных напряжений*

***1. Порядок выполнения***

1. Ознакомиться с составом задания

2. Выбрать исходные данные по таблице вариантов

3. Ознакомиться с методикой решения задачи

4. Выполнить аналитическое решение задачи

5. Выполнить графическое решение

6. Оформить выполненное задание в виде отчета (формат А)

***2. Основные положения***

Центральное растяжение или сжатие – это такой вид деформации, при

котором в любом поперечном сечении бруса возникают только продольные

силы *N.*

*Равнодействующая внутренних нормальных сил упругости в поперечном*

*сечении бруса называется продольной силой и обозначается Nz* - 54 –

*Продольная сила в любом поперечном сечении бруса численно равна*

*алгебраической сумме всех сил, действующих по одну сторону от сечения:*

*Правило знаков:* продольная сила считается положительной, если она направлена от рассматриваемого сечения, то есть является растягивающей и отрицательной, если она направлена к сечению, то есть является сжимающей.

*Порядок построения эпюры продольных сил и нормальных напряжений:*

1. Проводим прямую, параллельную оси бруса (базовая линия)

2. Положительные значения силового фактора в произвольном масштабе

откладываем вверх от базовой линии, отрицательные вниз

3. Эпюру заштриховываем перпендикулярно базовой линии

4. На эпюре ставим знак «+» или «-»

5. Эпюру подписываем и проставляем единицы измерения

***3. Методика решения задачи***

1. Изображаем расчетную схему бруса, соблюдая масштаб

2. Разбиваем брус на участки в пределах которых нагрузка и поперечное

сечение неизменны

3. Применяя метод сечений, составляем аналитические выражения изменения

продольных сил и находим значения продольных сил в характерных сечениях

4. По полученным значениям строим эпюру продольных сил

5. Определяем нормальные напряжения в характерных сечениях

6. По полученным значениям строим эпюру нормальных напряжений

- 55 –

***4. Пример расчета***

***Состав задания:***

*Для стального ступенчатого бруса построить эпюры продольных сил и нормальных напряжений*

***Расчетная схема бруса:***

***Решение:***

1. Разбиваем брус на участки в пределах которых нагрузка и поперечное

сечение неизменны. В нашем случае таких участков три.

2. В пределах каждого участка, применяя метод сечений, составляем аналитические выражения изменения продольной силы и находим значения продольных сил в характерных сечениях

*Сечение 1-1*

*Сечение 2-2*

*Сечение 3-3*

По найденным значениям строи эпюру продольных сил

- 56 –

3. Определяем значения нормальных напряжений в указанных сечениях

По найденным значениям строим эпюру нормальных напряжений

***Основные источники (ОИ):***

*1. Сафонова Г.Г., Артюховская Т.Ю., Ериаков Д.Е. Теоретическая механика.*

*Москва. ИНФРА-М. 2010г. §§ 2.2. Стр. 66–71*

*2. Конспект лекций*

- 57 –

2

3

1

3

2

1

*Эпюра N,кН*

*Эпюра ,МПа*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  | ***РДТ 05 1 ОП.02 01 \_\_\_*** | | | |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  | ***Практическая работа №7*** | | | |
|  |  |  |  |
| ***Разраб.*** |  |  |  | ***Построение эпюр продольных сил и нормальных***  ***напряжений*** | ***Стад.*** | ***Лист*** | ***Лист***ов |
| ***Провер.*** |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  | ***Эпюры продольных сил и нормальных напряжений*** | ***Гр.\_\_\_\_\_\_*** | | |
| ***Н.Конт.*** |  |  |  |
| ***Утв.*** |  |  |  |

***Исходные данные к практической работе №7***

***Расчетная схема бруса:***

***Таблица вариантов заданий***

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | **м** | **м** | **м** | **кН** | **кН** | **cм2** | **cм2** |
| 1  2  3 | 0,6  1,0  1,6 | 1,8  1,5  1,6 | 2,2  0,8  1,0 | 60  100  70 | 100  40  130 | 6  8  10 | 3  4  5 |
| 4  5  6 | 0,8  0,2  0,4 | 1,8  0,4  1,2 | 1,2  0,8  0,6 | 110  80  115 | 40  60  75 | 10  8  9 | 15  12  14 |
| 7  8  9 | 0,1  0,2  0,3 | 0,4  0,4  0,3 | 0,2  0,1  0,2 | 135  120  80 | 15  10  40 | 13  10  11 | 10  8  8 |
| 10  11  12 | 0,8  0,4  1,0 | 1,2  1,6  2,2 | 1,0  1,2  1,8 | 60  30  100 | 150  130  20 | 5  3  6 | 7  8  6 |
| 13  14  15 | 0,3  0,1  0,2 | 1,7  0,5  0,4 | 2,4  0,6  0,3 | 180  160  120 | 60  80  40 | 25  20  15 | 20  15  10 |
| 16  17  18 | 0,2  0,1  0,1 | 0,3  0,4  0,6 | 0,1  0,6  0,4 | 80  110  115 | 70  80  45 | 10  8  8 | 15  12  10 |
| 19  20  21 | 0,6  0,5  0,5 | 0,4  0,3  0,5 | 0,3  0,4  0,5 | 130  140  170 | 20  25  15 | 12  14  15 | 8  10  12 |
| 22  23  24 | 0,6  0,5  0,4 | 0,4  0,4  0,5 | 0,2  0,4  0,3 | 70  125  150 | 10  25  30 | 5  8  10 | 8  12  14 |
| 25  26  27 | 3,0  2,5  2,8 | 1,7  1,5  1,2 | 1,3  1,0  2.2 | 100  140  80 | 50  10  40 | 12  15  14 | 10  9  8 |
| 28  29  30 | 1,5  2,4  2,2 | 1,2  1,1  1,3 | 1,2  1,3  1,0 | 135  150  120 | 15  50  20 | 8  10  9 | 12  12  14 |

***Контрольные вопросы:***

1. *Дайте определение понятию деформации твердого тела.*
2. *Какие силы называются внутренними?*
3. *В чем сущность метода сечений?*
4. *Что называется напряжением в данной точке сечения?*
5. *Какие напряжения мы называем нормальными и, какие касательными?*
6. *Назовите единицы измерения напряжения.*
7. *Какой вид деформации бруса называется центральным растяжением (сжатием)?*
8. *Чему равна продольная сила в произвольном сечении бруса?*
9. *Что называется эпюрой продольных сил?*
10. *Как определить нормальные напряжения в поперечном сечении бруса?*
11. *Что называется эпюрой нормальных напряжений?*
12. *Правила построения эпюр продольных сил и нормальных напряжений?*

*- 60 -*

***ОГБПОУ «Ряжский дорожный техникум»***

***Дисциплина:***

***«Техническая механика»***

**Тема 2.2. *Растяжение и сжатие***

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8**

***«Определение удлинения или укорочения бруса***

***при осевом растяжении (сжатии)»***

***РДТ 05 1 ОП.02 01 \_\_\_***

***Выполнил:***

***студент группы\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

***\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

***Проверил:***

***преподаватель Вашкина Г.П.***

***2015г.***

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 8**

*Тема 2.2. Растяжение и сжатие*

***Определение удлинения или укорочения бруса***

***при осевом растяжении (сжатии)***

***Цель:*** *- приобрести необходимые практические навыки и умения в определении удлинения или укорочения бруса при осевом растяжении (сжатии)*

***Состав задания:***

*- определить абсолютную продольную деформацию стального бруса*

*- определить относительную продольную деформацию бруса*

***Принять:***

***-*** *модуль продольной упругости стали*

***1. Порядок выполнения***

1. Ознакомиться с составом задания

2. Выбрать исходные данные по таблице вариантов

3. Ознакомиться с методикой решения задачи

4. Выполнить аналитическое решение задачи

5. выполнить графическое решение

6. Оформить выполненное задание в виде отчета (формат А)

***2. Основные положения***

Опыты показывают, что при действии растягивающих сил по оси бруса длина его увеличивается, поперечные размеры уменьшаются

*Увеличение длины бруса или ее уменьшение называется абсолютной продольной деформацией, обозначается и измеряется в единицах длины (м).*

Величина абсолютного удлинения или укорочения не дает общего представления о значительности продольной деформации. Поэтому за характеристику деформации растяжения и сжатия принимается величина абсолютной продольной деформации.

- 62–

*Относительной продольной деформацией называется отношение величины абсолютной продольной деформации к первоначальной длине бруса:*

Величина – отвлеченное число, которую можно выразить в процентах:

*Экспериментальное выражение закона Гука:*

*Абсолютная продольная деформация прямо пропорциональна величине нагрузки и длине бруса и обратно пропорциональна модулю продольной упругости и площади поперечного сечения:*

- модуль продольной упругости, оценивающий степень сопротивляемости материала упругой деформации

*Математическое выражение закона Гука:*

*Нормальное напряжение прямо пропорционально относительной про-дольной деформации*

***3. Методика решения задачи***

1. Изображаем расчетную схему бруса, соблюдая масштаб

2. Разбиваем брус на участки в пределах которых нагрузка и поперечное

сечение неизменны

3. Применяя метод сечений, определяем продольные силы в сечениях бруса

4. Определяем нормальные напряжения в сечениях бруса

5. Определяем абсолютную продольную деформацию

6. Определяем относительную продольную деформацию

- 63 -

***4. Пример расчета***

***Состав задания:***

*- определить абсолютную продольную деформацию стального бруса*

*- определить относительную продольную деформацию бруса*

***Принять:***

***-*** *модуль продольной упругости стали*

***Расчетная схема бруса***

2

3

1

3

2

1

***Решение***

1. Разбиваем брус на участки в пределах которых нагрузка и поперечное

сечение неизменны. Таких участков в нашем случае три.

2. Применяя метод сечений, определяем продольные силы в сечениях бруса

*Сечение 1-1*

*Сечение 2-2*

*Сечение 3-3*

- 64 -

3. Определяем значения нормальных напряжений в указанных сечениях

4. Определяем абсолютную продольную деформацию, используя закон Гука

***Вариант 1***

***Вариант 2***

***Вывод:*** *при заданной нагрузке* *брус укоротится на 2,41мм*

5. Определяем относительную продольную деформацию

- 65 -

***Исходные данные к практической работе №8***

***Расчетная схема бруса:***

***Таблица вариантов заданий***

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант |  |  |  |  |  |  |  |
| **м** | **м** | **м** | **кН** | **кН** | **cм2** | **cм2** |
| 1  2  3 | 0,6  1,0  1,6 | 1,8  1,5  1,6 | 2,2  0,8  1,0 | 60  100  70 | 100  40  130 | 6  8  10 | 3  4  5 |
| 4  5  6 | 0,8  0,2  0,4 | 1,8  0,4  1,2 | 1,2  0,8  0,6 | 110  80  115 | 40  60  75 | 10  8  9 | 15  12  14 |
| 7  8  9 | 0,1  0,2  0,3 | 0,4  0,4  0,3 | 0,2  0,1  0,2 | 135  120  80 | 15  10  40 | 13  10  11 | 10  8  8 |
| 10  11  12 | 0,8  0,4  1,0 | 1,2  1,6  2,2 | 1,0  1,2  1,8 | 60  30  100 | 150  130  20 | 5  3  6 | 7  8  6 |
| 13  14  15 | 0,3  0,1  0,2 | 1,7  0,5  0,4 | 2,4  0,6  0,3 | 180  160  120 | 60  80  40 | 25  20  15 | 20  15  10 |
| 16  17  18 | 0,2  0,1  0,1 | 0,3  0,4  0,6 | 0,1  0,6  0,4 | 80  110  115 | 70  80  45 | 10  8  8 | 15  12  10 |
| 19  20  21 | 0,6  0,5  0,5 | 0,4  0,3  0,5 | 0,3  0,4  0,5 | 130  140  170 | 20  25  15 | 12  14  15 | 8  10  12 |
| 22  23  24 | 0,6  0,5  0,4 | 0,4  0,4  0,5 | 0,2  0,4  0,3 | 70  125  150 | 10  25  30 | 5  8  10 | 8  12  14 |
| 25  26  27 | 3,0  2,5  2,8 | 1,7  1,5  1,2 | 1,3  1,0  2.2 | 100  140  80 | 50  10  40 | 12  15  14 | 10  9  8 |
| 28  29  30 | 1,5  2,4  2,2 | 1,2  1,1  1,3 | 1,2  1,3  1,0 | 135  150  120 | 15  50  20 | 8  10  9 | 12  12  14 |

- 66 -

***Основные источники (ОИ):***

*1. Сафонова Г.Г., Артюховская Т.Ю., Ериаков Д.Е. Теоретическая механика.*

*Москва. ИНФРА-М. 2010г. §§ 2.2.3. Стр. 73– 75*

*3. Конспект лекций*

***Контрольные вопросы***

*1. Что называется абсолютной продольной деформацией?*

*2. Обозначение абсолютной продольной деформации. Размерность?*

*3. Что называется относительной продольной деформацией? Размерность?*

*4. Как формулируется и записывается экспериментальное выражение закона Гука при растяжении (сжатии)?*

*5. Что называется модулем продольной упругости? Размерность?*

*6. Как формулируется и записывается математическое выражение*

*закона Гука при растяжении (сжатии)?*

- 67 -

***ОГБПОУ «Ряжский дорожный техникум»***

***Дисциплина:***

***«Техническая механика»***

**Тема 2.2. *Растяжение и сжатие***

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №9**

***«Расчет на прочность ступенчатого бруса.***

***Проверка прочности»***

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №10**

***«Расчет на прочность стержневой системы.***

***Подбор сечения»***

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №10**

***«Расчет на прочность стержневой системы.***

***Расчет эксплуатационной способности»***

***РДТ 05 1 ОП.02 01 \_\_\_***

***Выполнил:***

***студент группы\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

***\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

***Проверил:***

***преподаватель Вашкина Г.П.***

***2015г.***

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 9**

*Тема 2.2. Растяжение и сжатие*

***Расчет на прочность ступенчатого бруса. Проверка прочности***

***Цель:*** *- приобрести необходимые практические навыки и умения в проверке прочности бруса, работающего на растяжение (сжатие)*

***Состав задания:***

*- выполнить проверку прочности стального ступенчатого бруса*

*- определить коэффициент запаса прочности по отношению к пределу текучести*

***Принять:***

***-*** *Расчетное сопротивление стали*

*- Предел текучести*

*- Коэффициент условий работы m=1*

***1. Порядок выполнения***

1. Ознакомиться с составом задания

2. Выбрать исходные данные по таблице вариантов

3. Ознакомиться с методикой решения задачи

4. Выполнить аналитическое решение задачи

6. Оформить выполненное задание в виде отчета (формат А)

***2. Основные положения***

Прочностной характеристикой строительного материала является

расчетное сопротивление, которое получается путем деления нормативного

сопротивления (устанавливается ГОСТом) на коэффициент безопасности

Условие прочности при центральном растяжении (сжатии) имеет вид:

- максимальное нормальное напряжение в сечениях бруса

*–* продольная сила в указанном сечении бруса

*–* площадь поперечного сечения

*–* расчетное сопротивление указанного материала

*–* коэффициент условий работы. Для нормальных условий

эксплуатации - 69 –

*Три типа задач при расчете на прочность, вытекающих из условий прочности*

***1.*** ***Проверочный расчет***

Проверка прочности , то есть определение фактических напряжений при известной нагрузке и известных размерах поперечного сечения

***2.*** ***Проектировочный расчет***

***3. Расчет эксплуатационной способности***

***3. Методика решения задачи***

1. Изображаем расчетную схему бруса, соблюдая масштаб

2. Разбиваем брус на участки в пределах которых нагрузка и поперечное

сечение неизменны

3. Применяя метод сечений, определяем продольные силы в сечениях бруса

4. Определяем нормальные напряжения в сечениях бруса

6. Выполняем проверочный расчет

7. Определяем коэффициент запаса прочности по отношению к пределу

текучести

8. Делаем вывод

- 70 –

***3. Пример расчета***

***Состав задания:***

*- выполнить проверку прочности стального ступенчатого бруса*

*- определить коэффициент запаса прочности по отношению к пределу текучести*

***Принять:***

***-*** *Расчетное сопротивление стали*

*- Предел текучести*

*- Коэффициент условий работы m=1*

***Расчетная схема бруса***

2

1

1

2

***Решение***

1. Разбиваем брус на участки в пределах которых нагрузка и поперечное

сечение неизменны. Таких участков в нашем случае два.

2. Применяя метод сечений, определяем продольные силы в сечениях бруса

*Сечение 1-1*

*Сечение 2-2*

- 71 -

3. Определяем значения нормальных напряжений в указанных сечениях

***Вывод:***

*условие прочности для первого участка выполняется, для второго участка*

*нормальные напряжения превышают расчетное сопротивление материала, следовательно, при заданной нагрузке необходимо увеличить поперечное сечение бруса.*

***Основные источники (ОИ):***

*1. Сафонова Г.Г., Артюховская Т.Ю., Ериаков Д.Е. Теоретическая механика.*

*Москва. ИНФРА-М. 2010г. §§ 2.2.8. Стр. 89– 90*

*2. Сетков В.И. Техническая механика для строительных специальностей. Москва.*

*Академия. 2008 г. § 3.2.2. Стр. 253– 255*

*3. Конспект лекций*

*-* 72 -

***Исходные данные к практической работе №9***

***Расчетная схема бруса:***

***Таблица вариантов заданий***

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | **м** | **м** | **кН** | **кН** | **cм2** | **cм2** |
| 1  2  3 | 0,6  1,0  1,6 | 1,8  1,5  1,6 | 60  100  70 | 100  40  130 | 6  8  10 | 3  4  5 |
| 4  5  6 | 0,8  0,2  0,4 | 1,8  0,4  1,2 | 110  80  115 | 40  60  75 | 10  8  9 | 15  12  14 |
| 7  8  9 | 0,1  0,2  0,3 | 0,4  0,4  0,3 | 135  120  80 | 15  10  40 | 13  10  11 | 10  8  8 |
| 10  11  12 | 0,8  0,4  1,0 | 1,2  1,6  2,2 | 60  30  100 | 150  130  20 | 5  3  6 | 7  8  6 |
| 13  14  15 | 0,3  0,1  0,2 | 1,7  0,5  0,4 | 180  160  120 | 60  80  40 | 25  20  15 | 20  15  10 |
| 16  17  18 | 0,2  0,1  0,1 | 0,3  0,4  0,6 | 80  110  115 | 70  80  45 | 10  8  8 | 15  12  10 |
| 19  20  21 | 0,6  0,5  0,5 | 0,4  0,3  0,5 | 130  140  170 | 20  25  15 | 12  14  15 | 8  10  12 |
| 22  23  24 | 0,6  0,5  0,4 | 0,4  0,4  0,5 | 70  125  150 | 10  25  30 | 5  8  10 | 8  12  14 |
| 25  26  27 | 3,0  2,5  2,8 | 1,7  1,5  1,2 | 100  140  80 | 50  10  40 | 12  15  14 | 10  9  8 |
| 28  29  30 | 1,5  2,4  2,2 | 1,2  1,1  1,3 | 135  150  120 | 15  50  20 | 8  10  9 | 12  12  14 |

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 10**

*Тема 2.2. Растяжение и сжатие*

***Расчет на прочность стержневой системы. Подбор сечения***

***Цель:*** *- приобрести необходимые практические навыки и умения в подборе поперечного сечения стержня, работающего на растяжение (сжатие)*

***Состав задания:***

*- из расчета на прочность подобрать поперечные сечения стержней кронштейна для заданной схемы нагружения, состоящих из двух равнополочных уголков*

***Принять:***

***-*** *расчетное сопротивление стали*

*- коэффициент условий работы*

*- коэффициент перегрузки*

***1. Порядок выполнения***

1. Ознакомиться с составом задания

2. Выбрать исходные данные по таблице вариантов

3. Ознакомиться с методикой решения задачи

4. Выполнить аналитическое решение задачи

6. Оформить выполненное задание в виде отчета (формат А)

***2. Методика решения задачи***

1. Изображаем расчетную схему стержневой системы

2. Определяем расчетную нагрузку

3. Применяя метод сечений, определяем продольные силы в сечениях стержней

4. Из условия прочности по нормальным напряжениям определяем требуемую площадь поперечного сечения стержней (двух уголков)

5. Определяем требуемую площадь одного уголка

6. По сортаменту прокатной стали подбираем требуемый профиль уголка

7. Определяем фактическую площадь уголка

- 74 –

***3. Пример расчета***

***Состав задания:***

*- из расчета на прочность подобрать поперечные сечения стержней кронштейна для заданной схемы нагружения, состоящих из двух равнополочных уголков*

***Принять:***

***-*** *расчетное сопротивление стали*

*- коэффициент условий работы*

*- коэффициент перегрузки*

С

α

В

А

***Решение***

1. Определяем расчетную нагрузку

2. Определяем продольные силы в сечениях стержней, предполагая их растягивающими и направленными от узла:

С

α

В

А

Составляем уравнения равновесия:

Решаем систему уравнений:

- 75 –

3. Из условия прочности по нормальным напряжениям:

определяем требуемую площадь поперечного сечения стержней (двух уголков):

а) для стержня АВ:

а) для стержня СВ:

4. Определяем требуемую площадь одного уголка:

5. По сортаменту прокатной стали (ГОСТ 8609-86) подбираем требуемый профиль уголка и определяем фактическую площадь уголка:

- для стержня *АВ:*

принимаем уголок , с фактической площадью

- для стержня С*В:*

принимаем уголок , с фактической площадью

- 76 –

***Исходные данные к практической работе №10***

В

А

С

***схема 1 схема 2***

α

В

α

С

А

***Таблица вариантов заданий***

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Вариант*** | ***Схема*** | **P*n***,  **кН** | **α,**  ***град.*** | ***Вариант*** | ***Схема*** | **P*n***,  **кН** | **α,**  ***град.*** |
| 1 | 1 | 120 | 30 | 16 | 2 | 150 | 60 |
| 2 | 2 | 145 | 45 | 17 | 1 | 162 | 45 |
| 3 | 1 | 170 | 60 | 18 | 2 | 144 | 30 |
| 4 | 2 | 185 | 60 | 19 | 1 | 126 | 30 |
| 5 | 1 | 182 | 45 | 20 | 2 | 168 | 45 |
| 6 | 2 | 132 | 30 | 21 | 1 | 185 | 60 |
| 7 | 1 | 128 | 30 | 22 | 2 | 173 | 60 |
| 8 | 2 | 174 | 45 | 23 | 1 | 185 | 45 |
| 9 | 1 | 178 | 60 | 24 | 2 | 127 | 30 |
| 10 | 2 | 204 | 60 | 25 | 1 | 139 | 30 |
| 11 | 1 | 188 | 45 | 26 | 2 | 187 | 45 |
| 12 | 2 | 140 | 30 | 27 | 1 | 204 | 60 |
| 13 | 1 | 134 | 30 | 28 | 2 | 193 | 60 |
| 14 | 2 | 196 | 45 | 29 | 1 | 164 | 45 |
| 15 | 1 | 200 | 60 | 30 | 2 | 136 | 30 |

***Основные источники (ОИ):***

*1. Сафонова Г.Г., Артюховская Т.Ю., Ериаков Д.Е. Теоретическая механика.*

*Москва. ИНФРА-М. 2010г. §§ 2.2.8. Стр. 91-93*

*2. Сетков В.И. Техническая механика для строительных специальностей. Москва.*

*Академия. 2008 г. § 3.2.5. Стр. 258– 259*

*3. Конспект лекций*

- 77 -

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 11**

*Тема 2.2. Растяжение и сжатие*

***Расчет на прочность стержневой системы. Расчет эксплуатационной способности***

***Цель:*** *- приобрести необходимые практические навыки и умения в определении грузоподъемности стержней, работающих на растяжение (сжатие)*

***Состав задания:***

*- определить грузоподъемность двух тяг, если они выполнены из стали*

*С-235 и имеют круглое поперечное сечение диаметром d*

***Принять:***

***-*** *расчетное сопротивление стали*

*- коэффициент условий работы*

***1. Порядок выполнения***

1. Ознакомиться с составом задания

2. Выбрать исходные данные по таблице вариантов

3. Ознакомиться с методикой решения задачи

4. Выполнить аналитическое решение задачи

6. Оформить выполненное задание в виде отчета (формат А)

***2. Методика решения задачи***

1. Изображаем расчетную схему стержневой системы

2. Применяя метод сечений, записываем суммарное растягивающее усилие в двух тягах в общем виде

3. Решаем уравнение относительно искомой величины

4. Из условия прочности при растяжении и сжатии определяем несущую способность одной тяги

5. Определяем грузоподъемность двух тяг

- 78 -

***3. Пример расчета***

***Состав задания:***

*- определить грузоподъемность двух тяг, если они выполнены из стали*

*С-235 и имеют круглое поперечное сечение диаметром d*

***Принять:***

***-*** *расчетное сопротивление стали*

*- коэффициент условий работы*

***Расчетная схема:***

С

А

α

α

В

P

***Решение***

1. Применяя метод сечений, записываем суммарное растягивающее усилие

в двух тягах в общем виде

С

А

α

α

В

P

Составляем уравнение равновесия:

2. Решаем уравнение относительно искомой величины

Поскольку подвеска симметрична, то , то есть можно записать

,

- 79 -

3. Из условия прочности при растяжении и сжатии:

определяем несущую способность одной тяги

Определяем площадь сечения одной тяги

Одна тяга может выдержать усилие:

4. Определяем грузоподъемность двух тяг:

***Ответ:***

*подвеска, состоящая из двух тяг может выдержать груз весом 125кН*

- 80 –

***Исходные данные к практической работе №11***

С

А

***Расчетная схема:***

α

α

В

P

***Таблица вариантов заданий***

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Вариант*** | **d,**  **мм** | **α,**  ***град.*** | ***Вариант*** | **P*n***,  **кН** | **α,**  ***град.*** |
| 1 | 2,1 | 30 | 16 | 2,0 | 34 |
| 2 | 2,0 | 32 | 17 | 2,2 | 38 |
| 3 | 1,8 | 36 | 18 | 2,8 | 30 |
| 4 | 2,4 | 42 | 19 | 2,5 | 40 |
| 5 | 2,2 | 34 | 20 | 1,9 | 36 |
| 6 | 2,5 | 44 | 21 | 2,6 | 42 |
| 7 | 1,9 | 42 | 22 | 3,0 | 34 |
| 8 | 2,6 | 32 | 23 | 1,7 | 36 |
| 9 | 3,2 | 46 | 24 | 2,4 | 34 |
| 10 | 1,7 | 45 | 25 | 2,3 | 30 |
| 11 | 3,1 | 34 | 26 | 2,7 | 40 |
| 12 | 2,7 | 33 | 27 | 3,2 | 38 |
| 13 | 2,3 | 35 | 28 | 1,8 | 34 |
| 14 | 3,0 | 40 | 29 | 2,0 | 38 |
| 15 | 2,4 | 38 | 30 | 2,9 | 42 |

***Основные источники (ОИ):***

*2. Сетков В.И. Техническая механика для строительных специальностей. Москва.*

*Академия. 2008 г. § 3.2.5. Стр. 257– 258*

*3. Конспект лекций*

- 81 –

***Контрольные вопросы:***

*1. Какая величина является прочностной характеристикой строительного*

*материала?*

*2. Запишите условие прочности при центральном растяжении (сжатии) по методу предельных состояний.*

*3. Какие коэффициенты применяются при расчете по методу предельных состояний и что они учитывают?*

*4. Чему равен коэффициент условий работы при нормальных условиях эксплуатации конструкций?*

*5. Какие типы задач при расчете на прочность вытекают из условия прочности?*

*6. Запишите расчетное уравнение при проверочном расчете. Объясните значения входящих величин.*

*7. Запишите расчетное уравнение при проектировочном расчете. Объясните значения входящих величин.*

*8. Запишите расчетное уравнение эксплуатационной способности. Объясните значения входящих величин.*

*-* 82 -

***Заключение***

При изучении общепрофессиональных дисциплин практические занятия занимают преимущественное место. Практическое занятие – это активная форма организации учебного процесса, дополняющая теоретический курс или лекционную часть учебной дисциплины и предполагающая выполнение студентами по заданию и под руководством преподавателя практических работ.

Сущность практической работы студентов, как специфической педагогической конструкции определяется особенностями поставленных в ней учебно-познавательных задач. Следовательно, практическая работа есть особая система условий обучения, организуемых преподавателем.

Организация практического занятия включает в себя три этапа:

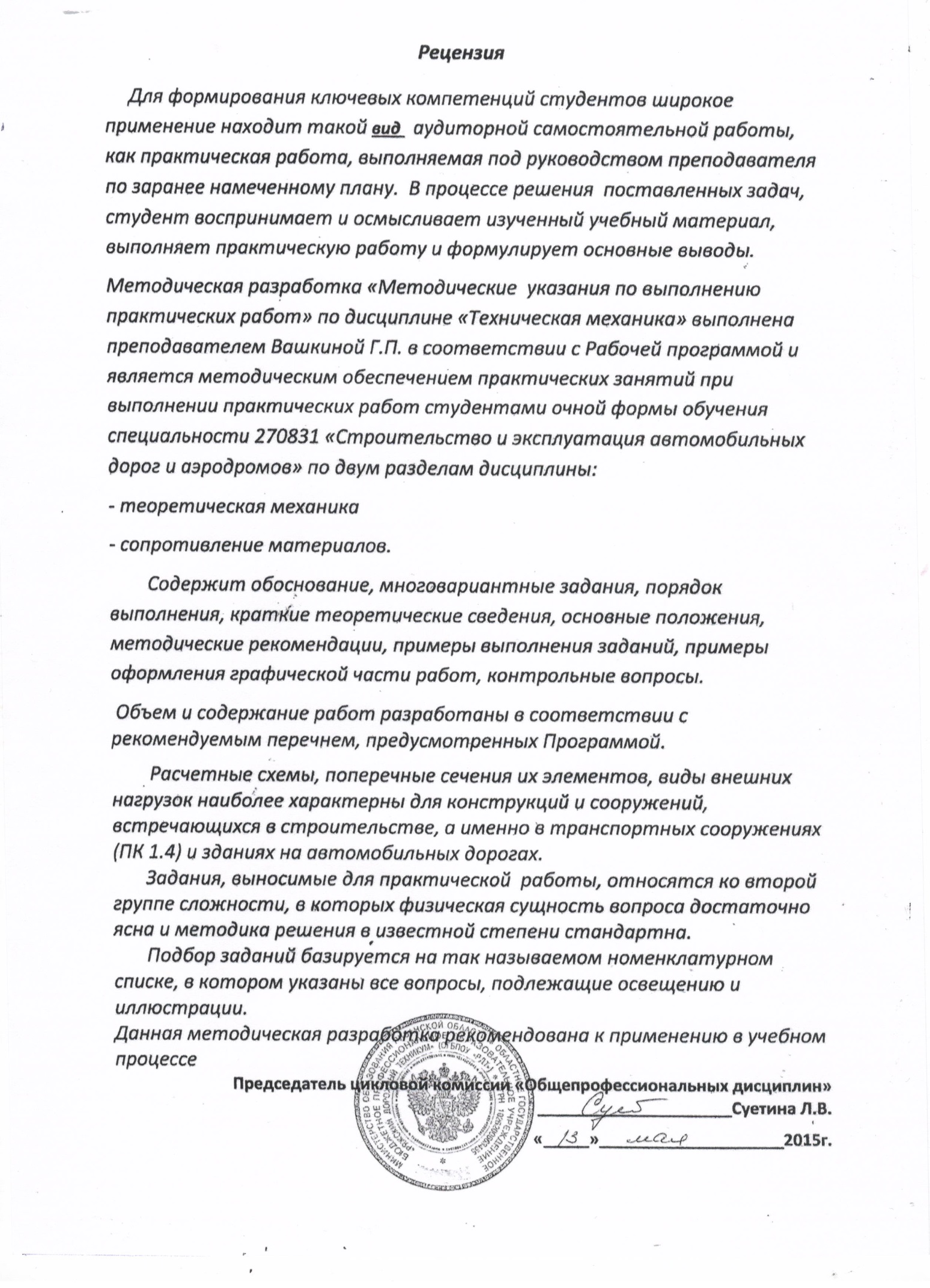
1. Усвоение соответствующего теоретического материала по конспектам лекций и учебникам
2. Решение задач и выполнение расчетных заданий
3. Контроль за ходом выполнения и результатам самостоятельной работы студента.

При выдаче заданий к практической работе, проводится инструктаж по выполнению заданий, который включает цель задания, его содержание, объем работы, основные требования к результатам работы, критерии оценок. В процессе инструктажа обращается внимание на возможные типичные ошибки, встречающиеся при выполнении задания.

Эффективность всей самостоятельной работы студентом во многом определяется уровнем самоконтроля. Основные объекты самоконтроля студентов в системе их труда:

* планирование самостоятельной работы
* выполнение индивидуального задания

- 83-

**

- 84-