**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

**ОГБПОУ «РЯЖСКИЙ ДОРОЖНЫЙ ТЕХНИКУМ»**

**«ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА»**

**Специальность:**

**08.02.05. Строительство и эксплуатация автомобильных дорог и аэродромов**

**САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ**

**РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИЕ РАБОТЫ**

**ВЫПОЛНИЛ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ:**

**ВАШКИНА Г.П.**

***2013уч.г.***

***.***

***Содержание***

***Лист***

1. Основные положения………………………………………………………………………..2

1.1 Порядок отчетности…………………………………………………………………2

1.2. Цели самостоятельной работы (РГР)……………………………………….3

2. Общие рекомендации по методике выполнения расчетной

части РГР…………………………………………………………………………………………..4

3. Общие рекомендации по оформлению расчетно-

графических работ…………………………………………………………………………….5

3.1. Порядок оформления……………………………………………………………..5

3.2. Правила оформления текстовой части…………………………………..5

3.3. Правила оформления графической части……………………………..6

4. Информационное обеспечение РГ Р. Краткие рекомендации.

Контрольные вопросы. Варианты заданий……………………………………..7

Информационное обеспечение РГР………………………………………………..8

Расчетно-графическая работа №1…………………………………………………..9

Расчетно-графическая работа №2…………………………………………………..12

Расчетно-графическая работа №3…………………………………………………..18

Расчетно-графическая работа №4 …………………………………………………..21

Расчетно-графическая работа №5…………………………………………………..24

Расчетно-графическая работа №6……………………………………………………27

Расчетно-графическая работа №7 …………………………………………………..30

5. Примеры выполнения графической части РГР…………………………………33

1

***1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ***

Самостоятельная работа студента является одной из форм организации образовательного процесса и необходимостью развития индивидуальности обучающихся, реализации их творческого потенциала и самостоятельности в процессе обучения.

Рабочая программа по технической механике предусматривает такой ***вид*** внеаудиторной самостоятельной работы, как расчетно-графическая работа (РГР), направленная на формирование умений.

В соответствии с рабочей программой по технической механике студент должен выполнить семь расчетно-графических работ по ключевым темам, в том числе:

по теоретической механике:

* РГР №1 «Определение усилий в стержневой системе»
* РГР №2 «Определение опорных реакций простых балок»
* РГР №3 «Определение положения центра тяжести плоского сечения»

по сопротивлению материалов:

* РГР №4 «Расчет ступенчатого бруса на растяжение (сжатие)»
* РГР №5 «Определение главных центральных моментов инерции плоского сечения, имеющего ось симметрии»
* РГР №6 «Расчет статически определимой балки на изгиб»
* РГР №7 «Расчет центрально сжатой стойки на прочность и устойчивость»

***1.1. Порядок отчетности***

* Выполненную и оформленную в соответствии с методическими рекомендациями расчетно-графическую работу студент сдает преподавателю в указанные сроки
* Незачётная расчетно-графическая работа подлежит исправлению и повторной сдаче преподавателю на проверку
* Все замечания преподавателя должны быть по выполнению и оформлению расчетно-графической работы должны быть исправлены в срок, указанный преподавателем

2

* Все расчетно-графические работы, проверенные и подписанные, сдаются в форме сводного отчета преподавателю до итогового занятия
* Без выполнения расчетно-графических работ итоговая оценка не выставляется

***1.2. Цели самостоятельной работы (РГР)***

Рабочая программа предусматривает самостоятельную работу студентов в объеме 50% от общего количества аудиторных часов.

Эффективность использования этого времени определяется целесообразным подборам заданий, рациональной методикой их выполнения и, безусловно, хорошей теоретической подготовкой.

Сформулированные ниже цели составляют основу самостоятельной работы 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, к самостоятельной творческой работе, 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.

3

***2.ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МЕТОДИКЕ ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ РГР***

При решении задачи студент должен всегда соблюдать ряд основных положений в отношении записи условий, последовательности и форы записи решения, производства вычислений и т.д.

Тем методическим положениям, которые подробно рассмотрены ниже, при решении задачи самостоятельно, студент должен следовать настойчиво и последовательно.

Итак, начнем с того момента, когда условия уже записаны и проанализированы:

* Задача сначала должна быть решена «качественно». Самым порочным подходом к решению задачи будет такой, когда студент первым делом задает себе вопрос: «А по какой формуле (формулам) следует решать?» Под «качественным» решением понимают анализ физической сущности задачи и словесное изложение хода решения, а формулы должны явиться математическим выражением высказанных мыслей и привести после соответствующих вычислений к количественному решению.
* После того когда задача в общих чертах решена, можно переходить к математическим вычислениям. При этом рекомендуется соблюдать следующие правила:
* Вести решение по пунктам, указывая, что именно в данном пункте определяется
* Каждый пункт должен содержать расчетную формулу, записанную в общем виде
* Перед подстановкой числовых значений величин их необходимо привести к единой системе. Это надо делать устно.
* Самое серьезное внимание должно быть обращено на вычисления.

В этом вопросе следует руководствоваться следующими

положениями:

* Не гнаться за чрезмерной точностью. Надо придерживаться основных правил приближенных вычислений. За очень редким исключением точность до второй значащей цифры вполне достаточна
* Делать устно грубую прикидку результата

4

* Делать анализ получаемого числового результата, т.е. делать оценку его правдоподобности
* После получения числового решения задачи следует третий заключительный этап – анализ результатов, включая проверку решения. Этот анализ заключается в следующем:
* Попытке оценить правильность решения по правдоподобию числового результата
* В выборе метода контроля решения
* В анализе решения с точки зрения подтверждения определенных теоретических положений и практических выводов
* В необходимости помнить о стандартизации отдельных деталей и размеров.

***3.ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОФОРМЛЕНИЮ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ***

***3.1. Порядок оформления***

Порядок оформления расчетно-графических работ должен быть максимально приближен к требованиям оформления курсовых и дипломных проектов.

Расчетно-графическая работа должна содержать:

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

***3.2. Правила оформления текстовой части***

* Текстовая часть РГР 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»

5

***3.3. Правила оформления графической части***

* Для выполнения графической части РГР 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

***ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РГР***

***КРАТКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ***

***КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ***

***ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ***

***ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РГР***

***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.  Аудиторные практические работы |  |  |

**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. |
| 6 | Электронный ресурс «Техническая механика» | Форма доступа  http://technical-mechanics.narod.ru/  http://www.edu.ru | |

8

**РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №1**

**Краткие рекомендации**

К выполнению расчетно-графической работы №1 следует приступить после тщательной проработки темы 1.1 «Основные понятия и аксиомы статики» и темы 1.2 «Плоская система сходящихся сил» по конспекту лекций, основным (ОИ) и дополнительным источникам (ДИ).

***Контрольные вопросы:***

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

9

**РАСЧЕТНО - ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №1**

**Тема 1.2. Плоская система сходящихся сил**

**Определение усилий в стержневой системе**

***Состав задания.***

* Определить усилия в стержнях кронштейна аналитическим и графическим методами
* Сравнить результаты двух решений и вычислить относительную погрешность графического решения

*Относительная погрешность не должна превышать 5%*

**Таблица вариантов заданий**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант** | **Схема** |  |  |  |
| **кН** | **град.** | **Град.** |
| **1**  **2**  **3** | **1** | **124**  **125**  **118** | **60**  **75**  **80** | **65**  **80**  **55** |
| **4**  **5**  **6** | **2** | **120**  **126**  **135** | **115**  **100**  **110** | **75**  **85**  **80** |
| **7**  **8**  **9** | **3** | **120**  **130**  **116** | **35**  **45**  **45** | **120**  **100**  **115** |
| **10**  **11**  **12** | **4** | **126**  **128**  **132** | **70**  **50**  **65** | **65**  **40**  **35** |
| **13**  **14**  **15** | **5** | **118**  **122**  **130** | **55**  **60**  **75** | **135**  **110**  **145** |
| **16**  **17**  **18** | **6** | **132**  **126**  **128** | **50**  **35**  **45** | **150**  **135**  **140** |
| **19**  **20**  **21** | **7** | **124**  **134**  **116** | **15**  **20**  **25** | **75**  **80**  **85** |
| **22**  **23**  **24** | **8** | **120**  **124**  **126** | **80**  **75**  **70** | **55**  **60**  **70** |
| **25**  **26**  **27** | **9** | **130**  **124**  **130** | **50**  **60**  **65** | **55**  **50**  **45** |
| **28**  **29**  **30** | **10** | **32**  **22**  **26** | **60**  **30**  **45** | **65**  **55**  **40** |

**РАСЧЕТНЫЕ СХЕМЫ**

**К РАСЧЕТНО - ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЕ №1**

|  |  |
| --- | --- |
| **8**  α  **7**  **6**  **9**  **4**  **3**  **2**  **1**  β  *С*  *А*    α  *В* | β  *С*  *В*  *А*  *С*  α |
| *В*  *А*  β  α | *С*  *С*  *А*  β  α  *А*  *С*  *В* |
| *А*  *С*  *А*  *С*  *А*  β  *С*  *В* | *С*  β  *В*  α  β |
| β  *В*  α  β | *А*  *В*  α  *А*  *В*  α |
| **5**  *В*  α | **10**  β |

11

**РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №2**

***Краткие рекомендации.***

К выполнению расчетно-графической работы №2 следует приступить после тщательной проработки темы 1.3 «Пара сил и момент силы относительно точки» и темы 1.4 «Плоская система произвольно расположенных сил» по конспекту лекций, основным (ОИ) и дополнительным источникам (ДИ).

***Контрольные вопросы:***

1. Дайте определение паре сил. Какое действие она оказывает на тело?
2. Что называется моментом пары сил? В каком случае момент пары сил равен нулю?
3. Чему равен момент равнодействующей пары сил?
4. Сформулируйте условие равновесия пар сил.
5. Что называется моментом силы относительно точки? Каковы его знак и размерность?
6. В каком случае момент силы относительно точки равен нулю?
7. Что означает привести силу к данному центру?
8. Что называется главным вектором и главным моментом плоской системы произвольно расположенных сил?
9. Сформулируйте теорему Вариньона.
10. Сформулируйте условия равновесия плоской системы произвольно расположенных сил.
11. Какие уравнения равновесия необходимо составить для уравновешенной плоской системы сил?
12. Назовите типы опор балочных систем и их реакции.
13. Перечислите различные виды нагрузок на балку.

13

**РАСЧЕТНО - ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №2 (задание 1)**

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

**Определение опорных реакций простых балок**

***Задание 2.***

**Состав задания.**

* Определить опорные реакции консольной балки
* Сделать проверку правильности решения

**Таблица вариантов заданий**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант** | **Схема** |  |  |  |  |  |  |  |
| **м** | **м** | **м** | **кН** | **м2** | **к** | **град.** |
| **1**  **2**  **3** | **1** | **1,6**  **1,8**  **2,0** | **2,8**  **2,2**  **2.4** | **1,8**  **2,6**  **3,2** | **24**  **25**  **18** | **3**  **4**  **2** | **30**  **18**  **20** | **60**  **45**  **30** |
| **4**  **5**  **6** | **2** | **1,8**  **2,0**  **2,2** | **3,0**  **1,8**  **1,8** | **2,6**  **2,4**  **2,8** | **20**  **26**  **35** | **2**  **4**  **3** | **25**  **28**  **32** | **45**  **30**  **60** |
| **7**  **8**  **9** | **3** | **1,5**  **1,6**  **2,2** | **1,8**  **2,2**  **2,6** | **3,0**  **2,8**  **1,8** | **20**  **30**  **16** | **4**  **4**  **3** | **24**  **32**  **26** | **30**  **45**  **60** |
| **10**  **11**  **12** | **4** | **1,6**  **2,1**  **1,8** | **2,5**  **1,8**  **2,2** | **3,4**  **3,2**  **2,6** | **26**  **28**  **32** | **2**  **3**  **4** | **30**  **25**  **26** | **45**  **60**  **45** |
| **13**  **14**  **15** | **5** | **2,2**  **1,6**  **1,6** | **1,8**  **2,4**  **2,1** | **1,8**  **2,2**  **3,4** | **18**  **22**  **30** | **4**  **3**  **2** | **32**  **28**  **30** | **60**  **30**  **45** |
| **16**  **17**  **18** | **6** | **2,4**  **1,6**  **1,4** | **1,6**  **2,4**  **2,8** | **2,8**  **3,2**  **3,0** | **32**  **26**  **28** | **3**  **3**  **3** | **24**  **26**  **28** | **45**  **30**  **60** |
| **19**  **20**  **21** | **7** | **2,3**  **1,4**  **1,8** | **1,8**  **2,0**  **2,8** | **3,2**  **3,0**  **2,6** | **24**  **34**  **16** | **4**  **2**  **3** | **32**  **36**  **40** | **45**  **60**  **30** |
| **22**  **23**  **24** | **8** | **2,4**  **2,2**  **1,8** | **1,8**  **2,4**  **2,6** | **1,6**  **2,6**  **3,2** | **20**  **24**  **26** | **4**  **3**  **2** | **38**  **30**  **26** | **30**  **45**  **60** |
| **25**  **26**  **27** | **9** | **1,8**  **2,4**  **1,6** | **2,4**  **2,6**  **2,6** | **3,0**  **2,8**  **3,2** | **30**  **24**  **30** | **2**  **3**  **4** | **28**  **30**  **40** | **45**  **60**  **30** |
| **28**  **29**  **30** | **10** | **1,8**  **1,6**  **2,0** | **2,2**  **2,8**  **3,0** | **3,0**  **3,4**  **1,8** | **32**  **22**  **26** | **3**  **2**  **4** | **42**  **36** | **60**  **30**  **45** |

14

**РАСЧЕТНЫЕ СХЕМЫ**

**К РАСЧЕТНО - ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЕ 2 (задание 1)**

|  |  |
| --- | --- |
| ***Р***  ***B***  **6**  **7**  **8**  **9**  **5**  **4**  **3**  **2**  **1**    ***А***  *с*  *в*  *a* | *А*  *с*  *в*  *a* |
| ***B***  ***B***  ***Р***  *a*  *a*  *с*  ***B***  ***А***  *в*  *a*  *с* | ***Р***  ***Р***  *с*  *в* |
| ***А***  ***А***  ***Р***  ***А***  *в*  *с* | *с*  *в*  *a*  ***Р*** |
| *с*  *в*  ***А***  *в*  *a*  ***А***  *с*  *в*  ***А***  ***Р***  ***А***  *в*  *с*  *a* | ***Р***  *a* |
| ***B***  ***B***  ***B***  ***B***  ***B***  ***Р***  ***B***  *с* | ***Р***  *a*  **10** |

15

**РАСЧЕТНО - ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №2 (задание 2)**

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

**Определение опорных реакций простых балок**

***Задание 2.***

**Состав задания.**

* Определить опорные реакции консольной балки
* Сделать проверку правильности решения

**Таблица вариантов заданий**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант** | **Схема** |  |  |  |  |  |  |  |
| **м** | **м** | **м** | **кН** | **м2** | **к** | **град.** |
| **1**  **2**  **3** | **1** | **1,6**  **1,8**  **2,0** | **2,8**  **2,2**  **2.4** | **1,8**  **2,6**  **3,2** | **24**  **25**  **18** | **3**  **4**  **2** | **30**  **18**  **20** | **60**  **45**  **30** |
| **4**  **5**  **6** | **2** | **1,8**  **2,0**  **2,2** | **3,0**  **1,8**  **1,8** | **2,6**  **2,4**  **2,8** | **20**  **26**  **35** | **2**  **4**  **3** | **25**  **28**  **32** | **45**  **30**  **60** |
| **7**  **8**  **9** | **3** | **1,5**  **1,6**  **2,2** | **1,8**  **2,2**  **2,6** | **3,0**  **2,8**  **1,8** | **20**  **30**  **16** | **4**  **4**  **3** | **24**  **32**  **26** | **30**  **45**  **60** |
| **10**  **11**  **12** | **4** | **1,6**  **2,1**  **1,8** | **2,5**  **1,8**  **2,2** | **3,4**  **3,2**  **2,6** | **26**  **28**  **32** | **2**  **3**  **4** | **30**  **25**  **26** | **45**  **60**  **45** |
| **13**  **14**  **15** | **5** | **2,2**  **1,6**  **1,6** | **1,8**  **2,4**  **2,1** | **1,8**  **2,2**  **3,4** | **18**  **22**  **30** | **4**  **3**  **2** | **32**  **28**  **30** | **60**  **30**  **45** |
| **16**  **17**  **18** | **6** | **2,4**  **1,6**  **1,4** | **1,6**  **2,4**  **2,8** | **2,8**  **3,2**  **3,0** | **32**  **26**  **28** | **3**  **3**  **3** | **24**  **26**  **28** | **45**  **30**  **60** |
| **19**  **20**  **21** | **7** | **2,3**  **1,4**  **1,8** | **1,8**  **2,0**  **2,8** | **3,2**  **3,0**  **2,6** | **24**  **34**  **16** | **4**  **2**  **3** | **32**  **36**  **40** | **45**  **60**  **30** |
| **22**  **23**  **24** | **8** | **2,4**  **2,2**  **1,8** | **1,8**  **2,4**  **2,6** | **1,6**  **2,6**  **3,2** | **20**  **24**  **26** | **4**  **3**  **2** | **38**  **30**  **26** | **30**  **45**  **60** |
| **25**  **26**  **27** | **9** | **1,8**  **2,4**  **1,6** | **2,4**  **2,6**  **2,6** | **3,0**  **2,8**  **3,2** | **30**  **24**  **30** | **2**  **3**  **4** | **28**  **30**  **40** | **45**  **60**  **30** |
| **28**  **29**  **30** | **10** | **1,8**  **1,6**  **2,0** | **2,2**  **2,8**  **3,0** | **3,0**  **3,4**  **1,8** | **32**  **22**  **26** | **3**  **2**  **4** | **42**  **36** | **60**  **30**  **45** |

16

**РАСЧЕТНЫЕ СХЕМЫ**

**К РАСЧЕТНО - ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЕ №2 (задание 2)**

|  |  |
| --- | --- |
| ***А***  **6**  **7**  **8**  **9**  **5**  **4**  **3**  **2**  **1**    *А*  *в*  *с*  *a* | *А*  *с*  *в*  *a* |
| *a*  *a*  *с*  *с*  *в*  *a* | ***Р***  ***Р***  ***Р***  *с*  *в*  ***Р***  ***Р***  ***Р***  ***Р*** |
| ***А***  ***А*** | ***Р***  *с*  *с*  *в*  *a*  ***Р*** |
| *с*  *в*  ***А***  *с*  *в*  *a*  ***А***  *с*  *в*  ***А***  *в*  ***А***  *с*  *в*  *a* | *a* |
|  | *a*  ***Р***  **10** |

17

**РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №3**

***Краткие рекомендации.***

К выполнению расчетно-графической работы №3 следует приступить после тщательной проработки темы 1.5 «Центр тяжести» по конспекту лекций, основным (ОИ) и дополнительным источникам (ДИ).

***Контрольные вопросы:***

1. Что называется центром тяжести тела?
2. Что называется статическим моментом площади плоской фигуры? Единицы измерения статического момента? В каком случае статический момент равен нулю?
3. Как определить положение центра тяжести сложного сечения геометрической формы?
4. Как определить положение центра тяжести сложного сечения, составленного из стандартных профилей проката?

18

**РАСЧЕТНО – ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №3**

**Тема 1.5. Центр тяжести**

**Определение координат центра тяжести плоского сечения составленного из стандартных профилей прокатной стали, имеющего ось симметрии**

***Состав задания.*** Для плоского сечения, составленного из стандартных

профилей проката требуется:

* Определить положение центра тяжести заданного сечения

**Таблица вариантов заданий**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант** | **Схема** | **ПРОКАТ** | | |
| **Двутавр** | **Швеллер** | **Равнополочный**  **уголок** |
| **1**  **2**  **3** | **1** | **22**  **20**  **18** | **24**  **22**  **20** | **-** |
| **4**  **5**  **6** | **2** | **20; 16**  **18; 14**  **22; 20** | **-** | **-** |
| **7**  **8**  **9** | **3** | **-** | **24**  **22**  **20** | **63х63х5**  **56х56х4**  **50х50х5** |
| **10**  **11**  **12** | **4** | **20**  **22**  **24** | **16**  **18**  **16** | **-** |
| **13**  **14**  **15** | **5** | **18**  **16**  **20** | **16**  **18**  **22** | **-** |
| **16**  **17**  **18** | **6** | **22**  **20**  **24** | **18**  **16**  **22** | **-** |
| **19**  **20**  **21** | **7** | **14**  **16**  **18** | **-** | **50х50х4**  **50х50х5**  **63х63х4** |
| **22**  **23**  **24** | **8** | **-** | **18**  **20**  **22** | **50х50х5**  **50х50х4**  **63х63х4** |
| **25**  **26**  **27** | **9** | **16**  **18**  **20** | **18**  **20**  **22** | **-** |
| **28**  **29**  **30** | **10** | **22**  **18**  **20** | **16**  **14**  **18** | **-** |

19

**РАСЧЕТНЫЕ СХЕМЫ**

**К РАСЧЕТНО - ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЕ №3**

|  |  |
| --- | --- |
| **6**  **7**  **8**  **9**  **5**  **4**  **3**  **2**  **1** |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  | **10** |

20

**РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №4**

***Краткие рекомендации.***

К выполнению расчетно-графической работы №4 следует приступить после тщательной проработки темы 2.1 «Основные положения» и темы 2.2 «Растяжение и сжатие» по конспекту лекций, основным (ОИ) и дополнительным источникам (ДИ).

***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? Что называется эпюрой продольных сил?
9. Как определить нормальные напряжения в поперечном сечении бруса? Что называется эпюрой нормальных напряжений?
10. Что называется абсолютной и относительной продольной деформацией? Какова их размерность?
11. Как записывается и как формулируется закон Гука при растяжении (сжатии)?
12. Что называется модулем упругости материала? Как он определяется? Какова его размерность?
13. Какой вид имеет диаграмма растяжения малоуглеродистой стали?
14. Что называется пределами пропорциональности, упругости, текучести, временного сопротивления?
15. Какое напряжение называется допускаемым?
16. Что называется коэффициентом запаса прочности?

21

**РАСЧЕТНО - ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №4**

**Тема 2.2. Растяжение и сжатие**

**Расчет ступенчатого бруса на растяжение и сжатие**

***Состав задания****.* Для стального ступенчатого бруса требуется:

* Построить эпюры продольных сил и нормальных напряжений
* Определить абсолютную и относительную продольную деформацию бруса
* Вычислить коэффициент запаса прочности по отношению к пределу текучести

Принять:

* Модуль продольной упругости МПа
* Предел текучести

**Таблица вариантов заданий**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант** | **Схема** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **м** | **м** | **м** | **м** | **кН** | **кН** | **м2** | **м2** |
| 1  2  3 | 1 | 0,6  1,0  1,6 | 1,8  1,5  1,6 | 2,2  0,8  1,0 | 1,0  1,2  1,4 | 60  100  70 | 100  40  130 | 6  8  10 | 3  4  5 |
| 4  5  6 | 2 | 0,8  0,2  0,4 | 1,8  0,4  1,2 | 1,2  0,8  0,6 | 1,0  0,6  1,0 | 110  80  115 | 40  60  75 | 10  8  9 | 15  12  14 |
| 7  8  9 | 3 | 0,1  0,2  0,3 | 0,4  0,4  0,3 | 0,2  0,1  0,2 | 0,3  0,3  0,4 | 135  120  80 | 15  10  40 | 13  10  11 | 10  8  8 |
| 10  11  12 | 4 | 0,8  0,4  1,0 | 1,2  1,6  2,2 | 1,0  1,2  1,8 | 1,8  2,0  2,0 | 60  30  100 | 150  130  20 | 5  3  6 | 7  8  6 |
| 13  14  15 | 5 | 0,3  0,1  0,2 | 1,7  0,5  0,4 | 2,4  0,6  0,3 | 1,1  0,8  0,2 | 180  160  120 | 60  80  40 | 25  20  15 | 20  15  10 |
| 16  17  18 | 6 | 0,2  0,1  0,1 | 0,3  0,4  0,6 | 0,1  0,6  0,4 | 0,4  0,3  0,2 | 80  110  115 | 70  80  45 | 10  8  8 | 15  12  10 |
| 19  20  21 | 7 | 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 | 8 | 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 | 9 | 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 | 10 | 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 |

22

**РАСЧЕТНЫЕ СХЕМЫ**

**К РАСЧЕТНО - ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЕ №4**

|  |  |
| --- | --- |
| **6**  **7**  **8**  **9**  **5**  **4**  **3**  **2**  **1** |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  | **10** |

23

**РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №5**

***Краткие рекомендации.***

К выполнению расчетно-графической работы №5 следует приступить после тщательной проработки темы 2.4 «Геометрические характеристики плоских сечений» по конспекту лекций, основным (ОИ) и дополнительным источникам (ДИ).

***Контрольные вопросы:***

1. Что называется осевым моментом инерции плоского сечения? Каковы их единицы измерения?
2. Какие оси называются центральными?
3. Какова зависимость между моментами инерции относительно двух параллельных осей, из которых одна центральная?
4. Какие оси называются главными и, какие главными центральными осями?
5. Какие моменты инерции называются главными и, какие главными центральными моментами инерции?
6. В каких случаях можно без вычисления установит положение главных осей?
7. По каким формулам определяются главные центральные моменты инерции прямоугольника, круга, кольца?
8. Как определить положение главных центральных моментов инерции составного сечения, имеющего ось симметрии?
9. Укажите последовательность определения главных центральных моментов инерции сечения, имеющего ось симметрии.

24

**РАСЧЕТНО – ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №5**

**Тема 2.4. Геометрические характеристики плоских сечений**

**Определение главных центральных моментов инерции плоского сечения, имеющего ось симметрии**

***Состав задания.*** Для плоского сечения, составленного из стандартных

профилей прокатной стали требуется:

* Определить главные центральные моменты инерции

**Таблица вариантов заданий**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант** | **Схема** | **ПРОКАТ** | | |
| **Двутавр** | **Швеллер** | **Равнополочный**  **уголок** |
| **1**  **2**  **3** | **1** | **22**  **20**  **18** | **24**  **22**  **20** | **-** |
| **4**  **5**  **6** | **2** | **20; 16**  **18; 14**  **22; 20** | **-** | **-** |
| **7**  **8**  **9** | **3** | **-** | **24**  **22**  **20** | **63х63х5**  **56х56х4**  **50х50х5** |
| **10**  **11**  **12** | **4** | **20**  **22**  **24** | **16**  **18**  **16** | **-** |
| **13**  **14**  **15** | **5** | **18**  **16**  **20** | **16**  **18**  **22** | **-** |
| **16**  **17**  **18** | **6** | **22**  **20**  **24** | **18**  **16**  **22** | **-** |
| **19**  **20**  **21** | **7** | **14**  **16**  **18** | **-** | **50х50х4**  **50х50х5**  **63х63х4** |
| **22**  **23**  **24** | **8** | **-** | **18**  **20**  **22** | **50х50х5**  **50х50х4**  **63х63х4** |
| **25**  **26**  **27** | **9** | **16**  **18**  **20** | **18**  **20**  **22** | **-** |
| **28**  **29**  **30** | **10** | **22**  **18**  **20** | **16**  **14**  **18** | **-** |

25

**РАСЧЕТНЫЕ СХЕМЫ**

**К РАСЧЕТНО - ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЕ №5**

|  |  |
| --- | --- |
| **6**  **7**  **8**  **9**  **5**  **4**  **3**  **2**  **1** |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  | **10** |

26

**РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №6**

***Краткие рекомендации.***

К выполнению расчетно-графической работы №6 следует приступить после тщательной проработки темы 2.6 «Изгиб» по конспекту лекций, основным (ОИ) и дополнительным источникам (ДИ).

***Контрольные вопросы:***

1. Какой изгиб называется чистым?
2. Какой изгиб называется плоским поперечным изгибом?
3. Какие внутренние силовые факторы возникают в поперечном сечении балки при плоском поперечном изгибе?
4. Как определяется поперечная сила в сечении балки и, каково правило знаков при этом?
5. Как определяется изгибающий момент в сечении балки и, каково правило знаков при этом?
6. Что называется эпюрой поперечных сил и изгибающих моментов?
7. Какая существует связь между поперечной силой, изгибающим моментом и интенсивностью равномерно-распределенной нагрузки?
8. Что называется нейтральным слоем и нейтральной осью?
9. Что называется осевым моментом сопротивления?
10. Каковы единицы измерения момента сопротивления?
11. Чему равен момент сопротивления прямоугольника, круга, стандартных профилей проката?
12. По какой формуле определяется нормальное напряжение при изгибе?
13. Напишите условие прочности по нормальным напряжениям при изгибе по предельному состоянию.
14. Какие задачи можно решать по этому условию?

27

**РАСЧЕТНО - ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №6**

**Тема 2.6. Изгиб**

**Расчет статически определимой балки на изгиб**

***Состав задания.*** Для статически определимой балки требуется:

* Построить эпюры поперечных сил Q и изгибающих моментов М
* Из условия прочности по нормальным напряжениям подобрать сечение из прокатного двутавра

**Принять:**

* Расчетное сопротивление стали МПа
* Коэффициент условий работы
* Коэффициент надежности по нагрузке

**Таблица вариантов заданий**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант** | **Схема** |  |  |  |  |  |  |
| **м** | **м** | **м** | **кН** | **кН/м** | **кНм** |
| 1  2  3 | 1 | 1,6  1,8  2,0 | 2,8  2,2  2.4 | 1,8  2,6  3,2 | 24  25  18 | 3  4  2 | 30  18  20 |
| 4  5  6 | 2 | 1,8  2,0  2,2 | 3,0  1,8  1,8 | 2,6  2,4  2,8 | 20  26  35 | 2  4  3 | 25  28  32 |
| 7  8  9 | 3 | 1,5  1,6  2,2 | 1,8  2,2  2,6 | 3,0  2,8  1,8 | 20  30  16 | 4  4  3 | 24  32  26 |
| 10  11  12 | 4 | 1,6  2,1  1,8 | 2,5  1,8  2,2 | 3,4  3,2  2,6 | 26  28  32 | 2  3  4 | 30  25  26 |
| 13  14  15 | 5 | 2,2  1,6  1,6 | 1,8  2,4  2,1 | 1,8  2,2  3,4 | 18  22  30 | 4  3  2 | 32  28  30 |
| 16  17  18 | 6 | 2,4  1,6  1,4 | 1,6  2,4  2,8 | 2,8  3,2  3,0 | 32  26  28 | 3  3  3 | 24  26  28 |
| 19  20  21 | 7 | 2,3  1,4  1,8 | 1,8  2,0  2,8 | 3,2  3,0  2,6 | 24  34  16 | 4  2  3 | 32  36  40 |
| 22  23  24 | 8 | 2,4  2,2  1,8 | 1,8  2,4  2,6 | 1,6  2,6  3,2 | 20  24  26 | 4  3  2 | 38  30  26 |
| 25  26  27 | 9 | 1,8  2,4  1,6 | 2,4  2,6  2,6 | 3,0  2,8  3,2 | 30  24  30 | 2  3  4 | 28  30  40 |
| 28  29  30 | 10 | 1,8  1,6  2,0 | 2,2  2,8  3,0 | 3,0  3,4  1,8 | 32  22  26 | 3  2  4 | 42  36 |

28

**РАСЧЕТНЫЕ СХЕМЫ**

**К РАСЧЕТНО - ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЕ №6**

|  |  |
| --- | --- |
| ***Р***  ***B***  **6**  **7**  **8**  **9**  **5**  **4**  **3**  **2**  **1**    ***А***  *с*  *в*  *a* | *А*  *с*  *в*  *a* |
| ***B***  ***B***  ***Р***  *a*  *a*  *с*  ***B***  ***А***  *в*  *a*  *с* | ***Р***  ***Р***  *с*  *в* |
| ***А***  ***А***  ***Р***  ***А***  *в*  *с* | *с*  *в*  *a*  ***Р*** |
| *с*  *в*  ***А***  *в*  *a*  ***А***  *с*  *в*  ***А***  ***Р***  ***А***  *в*  *с*  *a* | ***Р***  *a* |
| ***B***  ***B***  ***B***  ***B***  ***B***  ***Р***  ***B***  *с* | ***Р***  *a*  **10** |

29

**РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №7**

***Краткие рекомендации.***

К выполнению расчетно-графической работы №7 следует приступить после тщательной проработки темы 2.8 «Устойчивость центрально сжатых стержней» по конспекту лекций, основным (ОИ) и дополнительным источникам (ДИ).

***Контрольные вопросы:***

1. В чем заключается сущность продольного изгиба?
2. Какая сила называется критической?
3. Что называется критическим напряжением?
4. Как в общем виде записывается формула Эйлера?
5. Что называется приведенной длиной сжатого стержня? Укажите его значение для четырех основных случаев закрепления стоек.
6. Что называется гибкостью стержня?
7. Что называется коэффициентом продольного изгиба?
8. Укажите пределы применимости формулы Эйлера.
9. Как рассчитываются центрально сжатые стержни с применением коэффициента продольного изгиба?

30

**РАСЧЕТНО - ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №7**

**Тема 2.8. Устойчивость сжатых стержней**

**Расчет центрально сжатой стойки на прочность и устойчивость**

***Состав задания.* Проверить прочность и устойчивость деревянной стойки,**

**прямоугольного поперечного сечения ( ),**

**работающей на центральное сжатие**

**Принять:**

* **Расчетное сопротивление древесины осевому сжатию 6 МПа**

**Таблица вариантов заданий**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант** | **Схема** |  |  |  |  |
| **см** | **см** | **кН** | **м** |
| **1**  **2**  **3** | **1** | **10**  **12**  **14** | **22**  **20**  **18** | **40**  **45**  **50** | **5**  **6**  **4** |
| **4**  **5**  **6** | **2** | **22**  **20**  **18** | **10**  **12**  **14** | **60**  **65**  **70** | **4**  **5**  **6** |
| **7**  **8**  **9** | **3** | **14**  **16**  **18** | **20**  **22**  **20** | **40**  **45**  **50** | **6**  **5**  **4** |
| **10**  **11**  **12** | **4** | **15**  **18**  **20** | **25**  **26**  **24** | **60**  **65**  **70** | **5**  **6**  **4** |
| **13**  **14**  **15** | **5** | **25**  **24**  **22** | **14**  **14**  **12** | **40**  **45**  **50** | **4**  **5**  **6** |
| **16**  **17**  **18** | **6** | **20**  **22**  **20** | **14**  **16**  **18** | **60**  **65**  **70** | **4**  **6**  **5** |
| **19**  **20**  **21** | **7** | **10**  **12**  **14** | **24**  **22**  **20** | **40**  **45**  **50** | **6**  **5**  **5** |
| **22**  **23**  **24** | **8** | **22**  **24**  **18** | **10**  **12**  **14** | **60**  **65**  **70** | **4**  **6**  **5** |
| **25**  **26**  **27** | **9** | **16**  **14**  **10** | **22**  **24**  **26** | **40**  **45**  **50** | **4**  **5**  **6** |
| **28**  **29**  **30** | **10** | **24**  **18**  **22** | **15**  **10**  **12** | **60**  **65**  **70** | **4**  **6**  **5** |

31

**РАСЧЕТНЫЕ СХЕМЫ**

**К РАСЧЕТНО - ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЕ №7**

|  |  |
| --- | --- |
| **6**  **7**  **8**  **9**  **5**  **4**  **3**  **2**  **1** |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  | **10** |

32

**ПРИМЕРЫ**

**ОФОРМЛЕНИЯ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ РГР**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Дано: швеллер №18***  ***двутавр № 18***  ***полоса 200х20***  ***200*** | | | | | | | |
|  |  |  |  | ***РДТ 05 1 ОП.02 01\_\_\_\_\_*** | | | |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  | ***Расчетно –графическая работа №3*** | | | |
|  |  |  |  |
| ***Разраб.*** | ***Иванов*** |  |  | ***Определение координат центра тяжести сечений*** | ***Стад.*** | ***Лист*** | ***Листов*** |
| ***Провер.*** | ***Вашкина*** |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  | ***Сечение из стандартных профилей прокатной стали*** | ***Гр. \_\_\_\_\_\_*** | | |
| ***Н.конт.*** |  |  |  |
| ***Утв.*** |  |  |  |
| ***Эпюра σ, МПа***  ***9***  ***20***  ***Дано:***  ***P3***  ***P2***  ***P1***  ***3a***  ***a***  ***b***  ***a***  ***Эпюра N, кН***  ***5***  ***110***  ***28***  ***82*** | | | | | | | |
|  |  |  |  | ***РДТ 05 1 ОП.02 01\_\_\_*** | | | |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  | ***Расчетно –графическая работа №4*** | | | |
|  |  |  |  |
| ***Разраб.*** | ***Иванов*** |  |  | ***Расчет ступенчатого бруса*** | ***Стад.*** | ***Лист*** | ***Листов*** |
| ***Провер.*** | ***Вашкина*** |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  | ***Эпюры продольных сил и нормальных напряжений*** | ***Гр. \_\_\_\_\_*** | | |
| ***Н.конт*** |  |  |  |
| ***Утв.*** |  |  |  |
| ***Дано: швеллер №18***  ***двутавр № 18***  ***полоса 200х20***  ***200***  *;* | | | | | | | |
|  |  |  |  | ***РДТ 05 1 ОП.02 01 \_\_\_\_\_*** | | | |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  | ***Расчетно –графическая работа №5*** | | | |
|  |  |  |  |
| ***Разраб.*** | ***Иванов*** |  |  | ***Определение центральных моментов инерции сечения*** | ***Стад.*** | ***Лист*** | ***Листов*** |
| ***Провер.*** | ***Вашкина*** |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  | ***Сечение из стандартных профилей прокатной стали*** | ***Гр. \_\_\_\_\_*** | | |
| ***Н.конт*** |  |  |  |
| ***Утв.*** |  |  |  |
| ***17***  ***23***  ***18,5***  ***18,5***  ***1,5***  ***21,5***  ***1м***  ***1м***  ***P=20 кН***  ***M=6 кНм***  ***q=10кН/м***  ***2м***  ***Эпюра Q , кН***  ***Эпюра M , кНм*** | | | | | | | |
|  |  |  |  | ***РДТ 05 1 ОП.02 01\_\_\_\_\_*** | | | |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  | ***Расчетно –графическая работа №6*** | | | |
|  |  |  |  |
| ***Разраб.*** | ***Иванов*** |  |  | ***Плоский поперечный изгиб*** | ***Стад.*** | ***Лист*** | ***Листов*** |
| ***Провер.*** | ***Вашкина*** |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  | ***Эпюры поперечных сил и***  ***Изгибающих моментов*** | ***Гр. \_\_\_\_\_*** | | |
| ***Н.конт.*** |  |  |  |
| **Утв.** |  |  |  |