Министерство образования и молодежной политики

Свердловской области

Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение

Свердловской области

«ИРБИТСКИЙ АГРАРНЫЙ ТЕХНИКУМ»

**Методические рекомендации**

по выполнению внеаудиторной

самостоятельной работы

по дисциплине *«Техническая механика»*

2021

Методические рекомендации учебной дисциплины «Техническая механика» по выполнению внеаудиторной самостоятельной работы разработаны на основе Федерального государственного образовательного стандарта (далее – ФГОС) по специальности 35.02.08 Электрификация и автоматизация сельского хозяйства.

Организация-разработчик: ГАПОУ СО «Ирбитский аграрный техникум

Разработчики: Аверкиева Елена Николаевна, преподаватель высшей квалификационной категории, ГАПОУ СО Ирбитский аграрный техникум, п. Зайково

Методические рекомендации предназначены для студентов специальности 35.02.08 Электрификация и автоматизация сельского хозяйства.

Рассмотрены на заседании ПЦК

технического профиля

29 августа 2021

Протокол №1

Пояснительная записка

Изменения социально-экономических условий в российском обществе, привели к тому, что значительно повысились требования к уровню и качеству подготовки специалиста в образовательных учреждениях СПО. Современный профессионал должен обладать такими качествами, как целеустремленность, деловитость, предприимчивость, инициативность, самостоятельность, то есть быть конкурентоспособным на рынке труда. Вследствие этого в системе начального и среднего образования стоит задача не просто научить студентов тем или иным наукам, а научить их учиться и пополнять свои знания на протяжении всей жизни.

           Внеаудиторная работа студентов является составной частью образовательной программы  и наряду с производственной практикой  студентов  остается наиболее сложной формой организации учебного процесса, требующей современной материально-технической базы, соответствующего теоретического, психолого-педагогического и научно-методического сопровождения, соблюдения интересов работодателей и образовательного учреждения, а также потребностей  студентов  в самореализации.

            Внеаудиторная самостоятельная деятельность направлена на достижение следующих целей:

-  закрепление, углубление, расширение и систематизация знаний и практических умений, полученных во время аудиторных занятий;

-  самостоятельное овладение учебным материалом;

-  формирование умений использовать дополнительную, справочную документацию и специальную литературу;

-  развитие познавательных способностей и активности, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;

-  развитие исследовательских умений.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен уметь:

читать кинематические схемы;

проводить расчет и проектировать детали и сборочные единицы общего назначения;

проводить сборочно-разборочные работы в соответствии с характером соединений деталей и сборочных единиц;

определять напряжения в конструкционных элементах;

производить расчеты элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость;

определять передаточное отношение

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:

виды машин и механизмов, принцип действия, кинематические и динамические характеристики;

типы кинематических пар;

типы соединений деталей и машин;

основные сборочные единицы и детали;

характер соединения деталей и сборочных единиц;

принцип взаимозаменяемости;

виды движений и преобразующие движения механизмы;

виды передач; их устройство, назначение, преимущества и недостатки, условные обозначения на схемах;

передаточное отношение и число;

методику расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах деформации

**1.4. Рекомендуемое количество часов на освоение учебной дисциплины:**

максимальной учебной нагрузки обучающегося 120 часов, в том числе:

обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося 80 часов, ***самостоятельной работы обучающего 40 часов.***

***ОБЯЗАТЕЛЬНО!***

1. Задания выбираются по вариантам (вариант – порядковый номер в учебном журнале).
2. Задания выполняются в отдельной тетради.
3. Сроки выполнения заданий по согласованию с преподавателем.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № контрольной точки | Наименование разделов и темучебной дисциплины | Вид внеаудиторной самостоятельной работы | Количество часов |
|  | Раздел I. Теоретическая механика. Статика |  |  |
| 1 | Плоская система сходящихся сил | Решение задач по определению усилий в стержнях кронштейна. | 4 |
| 2 | Плоская система произвольно расположенных сил | Решение задач по определению реакций опор двухопорной балки. | 4 |
| 3 | Центр тяжести | Определение положения центра тяжести плоской фигуры. | 2 |
|  | Кинематика |  |  |
| 4 | Простейшие движения твердого тела | Определение угловых характеристик вращающегося тела. | 4 |
|  | Динамика |  | 4 |
| 5 | Работа, мощность | Определение работы и мощности при поступательном и вращательном движениях твердого тела. | 4 |
|  | Раздел II. Сопротивление материалов |  |  |
| 6 | Растяжение и сжатие | Определение внутренних силовых факторов в поперечных сечениях бруса при простых нагружениях. | 4 |
| 7 | Изгиб | Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов. | 4 |
| 8 | Раздел III. Детали машин и механизмов | Подготовка реферата и компьютерной презентации. | 10 |
| Итого | | | 40 |

**СТАТИКА**

**Контрольная точка №1**

**Тема «Плоская система сходящихся сил»».**

**Задача.** Определить усилия в стержнях кронштейна от приложенной внешней силы. Трением в блоке пренебречь. Данные для своего варианта взять из таблицы.

Таблица 1

А

С

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант** | **FТ,**  **кн** | **Углы, град.** | | |
|  | **** | **** | **** |
| 1 | 50 | 30 | 70 | 35 |
| 2 | 60 | 10 | 80 | 70 |
| 3 | 70 | 20 | 50 | 50 |
| 4 | 80 | 40 | 70 | 20 |
| 5 | 90 | 30 | 60 | 70 |
| 6 | 55 | 15 | 85 | 40 |
| 7 | 65 | 45 | 65 | 30 |
| 8 | 75 | 20 | 40 | 10 |
| 9 | 85 | 30 | 80 | 70 |
| 10 | 95 | 10 | 60 | 40 |
| 11 | 55 | 28 | 68 | 30 |
| 12 | 54 | 30 | 67 | 28 |
| 13 | 56 | 32 | 65 | 32 |
| 14 | 58 | 31 | 66 | 33 |
| 15 | 60 | 32 | 70 | 35 |
| 16 | 62 | 30 | 68 | 34 |
| 17 | 64 | 31 | 72 | 36 |
| 18 | 58 | 28 | 68 | 32 |
| 19 | 60 | 30 | 70 | 30 |
| 20 | 55 | 26 | 64 | 28 |
| 21 | 65 | 32 | 68 | 30 |
| 22 | 64 | 30 | 70 | 32 |
| 23 | 68 | 26 | 66 | 34 |
| 24 | 70 | 30 | 68 | 32 |
| 25 | 74 | 28 | 72 | 30 |
| 26 | 78 | 32 | 70 | 32 |
| 27 | 80 | 30 | 75 | 34 |
| 28 | 75 | 25 | 70 | 32 |
| 29 | 70 | 28 | 68 | 28 |
| 30 | 80 | 30 | 75 | 34 |

β

α

γ

В

Fт

*Цели задания:*

1. Научиться расставлять активные и реактивные силы.
2. Научиться составлять расчетную схему.
3. Научиться определять усилие в стержнях системы аналитическим путем.

*Методические рекомендации к выполнению задания.*

1. Внимательно прочитать условие задачи, записать, что дано, и что требуется определить.
2. Составить расчетную схему.
3. Составить и решить относительно неизвестных два уравнения равновесия.
4. Написать ответ.

*Пример решения задачи.*

Определить усилия в стержнях кронштейна от приложенной внешней силы. Трением в блоке пренебречь.

***Дано:*** F = 50 кн

α = 45°; β = 50°; γ = 60°

Определить: R1 и R2



Решение:

Составим расчетную схему (рис. 1)

Составим уравнения проекций сил системы на оси *х* и *у*:

(1) ; 

(2) ; 

Решим их относительно неизвестных R1 и R2:

из 1-го уравнения:





Подставим найденное значение R1

во второе уравнение:









Следовательно R1 будет равно:





***Ответ:*** R1 = 43,47 Н; R2 = - 28,78 Н

Знак «-» в реакции R2 получился из-за того, что первоначально направление реакции было выбрано ошибочно.

**Контрольная точка №2**

**Тема «Плоская система произвольно расположенных сил»**

**Задача:** Определить опорные реакции балки лежащей на 2-ух опорах. Данные своего варианта взять из таблицы.

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант** | **F, кн** | **q, кн/м** | **М, кнм** | **а1, м** | **а2, м** | **а3, м** |
| 1 | 6 | 2 | 4 | 0,6 | 1,5 | 0,4 |
| 2 | 5 | 3 | 5 | 0,2 | 2 | 0,2 |
| 3 | 4 | 4 | 4 | 0,4 | 3 | 0,4 |
| 4 | 2 | 3 | 2 | 1,5 | 2 | 1,5 |
| 5 | 3 | 4 | 4 | 1,2 | 3 | 1,4 |
| 6 | 4 | 4 | 5 | 1,5 | 2 | 1,4 |
| 7 | 4 | 6 | 6 | 1,6 | 2,2 | 1,6 |
| 8 | 2 | 3 | 3 | 1,5 | 1,6 | 1,5 |
| 9 | 4 | 4 | 6 | 1,3 | 1,4 | 1,3 |
| 10 | 3 | 3 | 3 | 1,2 | 1,6 | 1,2 |
| 11 | 6 | 5 | 5 | 1,3 | 1,6 | 1,3 |
| 12 | 8 | 4 | 4 | 1,2 | 2 | 1,2 |
| 13 | 6 | 6 | 5 | 1,2 | 2 | 1,4 |
| 14 | 7 | 3 | 4 | 1,1 | 2 | 1,3 |
| 15 | 4 | 2 | 4 | 1,2 | 2 | 1,5 |
| 16 | 2 | 3 | 3 | 1,1 | 2 | 1,4 |
| 17 | 2 | 4 | 3 | 1,5 | 2 | 1,3 |
| 18 | 2 | 3 | 2 | 1,4 | 2,2 | 1,2 |
| 19 | 3 | 4 | 5 | 1,3 | 2,4 | 1,2 |
| 20 | 4 | 4 | 4 | 1,4 | 2,4 | 1,4 |
| 21 | 6 | 2 | 4 | 0,5 | 2 | 0,2 |
| 22 | 7 | 4 | 5 | 0,7 | 2,2 | 0,4 |
| 23 | 9 | 5 | 8 | 0,8 | 1,4 | 0,3 |
| 24 | 10 | 8 | 7 | 1,0 | 0,8 | 0,2 |
| 25 | 12 | 9 | 6 | 1,2 | 1,2 | 0,5 |
| 26 | 11 | 10 | 4 | 0,4 | 1,6 | 0,7 |
| 27 | 14 | 4 | 2 | 0,7 | 1,8 | 0,6 |
| 28 | 12 | 6 | 4 | 0,8 | 2 | 1,2 |
| 29 | 10 | 7 | 6 | 1,0 | 2,2 | 0,6 |
| 30 | 8 | 8 | 10 | 1,4 | 1,6 | 0,8 |

*М*

*F*

*a1*

*a2*

*a3*

*Цель задания:* Ознакомиться с устройством опор балок, составить расчетные схемы и определить реакции их опор.

*Методические рекомендации к выполнению задания.*

1. Внимательно прочитать условие задачи, записать, что дано и что требуется определить.
2. Расставить все активные и реактивные силы.
3. Составить расчетную схему.
4. Составить и решить относительно неизвестных три уравнения равновесия (для системы параллельных сил – два уравнения).
5. Сделать проверку правильности решения. Если в уравнении проверки не получается «0», то может быть два объяснения:

а) в проверке получается число > 1 – ищите ошибки в составлении и решении уравнений равновесия;

б) в проверке получается число < 1 – это значит, что при вычислении реакций опор округлялись. В таком случае требуется объяснение.

1. Написать ответ. Если хотя бы одно неизвестное получилось со знаком «-» - требуется объяснение.

*Пример решения задачи.*

Определить опорные реакции балки, лежащей на двух опорах.

***Дано:*** F = 102 кн



q = 4 кн/м; М = 8 кн·м,

*а*1 = 1 м; *а*2 = 2 м; *а*3 = 1 м

Определить: RАх; RАy; RВу

***Решение:***

Составим расчетную схему (рис. 1)

Составим уравнения равновесия для системы параллельных сил:

(1) ; 

(2) ; 

(3) ; 

Решим их относительно неизвестных:

из 1-го уравнения:







из 2-го уравнения:



Проверка:

Для проверки правильности решения задачи примем уравнение, которое не использовалось при решении:

; 



0 = 0, следовательно, опорные реакции определены правильно

**Контрольная точка №3**

**«Центр тяжести»**

**Задача:** Определить положение центра тяжести плоской фигуры. Данные своего варианта взять из таблицы.

Таблица №3



|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант** | **а, м** | **в, м** | **h1 , м** | **h2, м** | **h3, м** |
| 1 | 0,9 | 0,2 | 0,8 | 0,1 | 0,6 |
| 2 | 0,6 | 0,2 | 0,4 | 0,2 | 0,3 |
| 3 | 0,75 | 0,15 | 0,5 | 0,1 | 0,3 |
| 4 | 0,51 | 0,14 | 0,7 | 0,8 | 0,3 |
| 5 | 0,66 | 0,18 | 0,8 | 0,15 | 0,36 |
| 6 | 0,48 | 0,12 | 0,6 | 0,5 | 0,15 |
| 7 | 0,36 | 0,15 | 0,5 | 0,1 | 0,2 |
| 8 | 0,63 | 0,16 | 0,7 | 0,1 | 0,4 |
| 9 | 0,45 | 0,1 | 0,5 | 0,8 | 0,3 |
| 10 | 0,8 | 0,2 | 0,4 | 0,2 | 0,5 |
| 11 | 1,1 | 1,0 | 1,4 | 1,3 | 1,2 |
| 12 | 1,2 | 1,1 | 1,5 | 1,3 | 1,1 |
| 13 | 1,4 | 1,2 | 1,1 | 1,2 | 1,1 |
| 14 | 1,5 | 1,3 | 1,5 | 1,3 | 1,1 |
| 15 | 1,4 | 1,3 | 1,4 | 1,3 | 1,2 |
| 16 | 1,2 | 1,1 | 1,3 | 1,2 | 1,0 |
| 17 | 1,3 | 1,2 | 1,5 | 1,4 | 1,2 |
| 18 | 1,8 | 1,6 | 1,4 | 1,3 | 1,2 |
| 19 | 1,7 | 1,6 | 1,5 | 1,4 | 1,1 |
| 20 | 1,8 | 1,7 | 1,6 | 1,4 | 1,2 |
| 21 | 2,0 | 1,8 | 1,5 | 1,3 | 1,1 |
| 22 | 1,8 | 1,7 | 1,6 | 1,4 | 1,2 |
| 23 | 2,2 | 1,8 | 1,8 | 1,6 | 1,4 |
| 24 | 2,2 | 2,1 | 1,9 | 1,7 | 1,6 |
| 25 | 2,1 | 2,0 | 2,0 | 1,8 | 1,5 |
| 26 | 2,3 | 1,9 | 2,2 | 1,9 | 1,7 |
| 27 | 2,1 | 1,7 | 2,4 | 2,1 | 2,0 |
| 28 | 2,4 | 2,2 | 2,0 | 1,8 | 1,6 |
| 29 | 2,5 | 2,3 | 2,2 | 2,0 | 1,8 |
| 30 | 2,2 | 2,0 | 2,2 | 1,9 | 1,6 |

*Цели задания:*

1. Проверить степень усвоения студентами темы «Центр тяжести».
2. Научиться определять координаты центра тяжести плоских фигур аналитическим путем.

*Методические рекомендации к выполнению задания.*

1. Внимательно прочитать условие задачи, нарисовать эскиз фигуры с заданными размерами и записать, что требуется определить.
2. Проанализировать, каким способом необходимо решать заданную задачу – разбиения (достраивания) или симметрии.
3. Если выбран способ разбиения (достраивания), то последовательность действий такова:

* Приложить систему координат;
* Разбить (достроить) фигуру на наименьшее число простейших геометрических фигур;
* Определить положение центра тяжести каждой простейшей геометрической фигуры (графически);
* Определить координаты центра тяжести каждой простейшей геометрической фигуры, считая от начала координат х1, у1; х2, у2…хn, yn;
* Определить площади поперечных сечений каждой простейшей геометрической фигуры А1, А2…Аn;
* Вычислить координаты всей фигуры по формулам:

* По найденным координатам показать центр тяжести на фигуре.

1. Если выбран способ симметрии, то последовательность действий такова:

* Разбить симметричную фигуру на наименьшее число простейших геометрических фигур;
* Определить (графически) центры тяжести каждой из них, координаты центров тяжести х1, х2….хn или у1, у2… уn;
* Вычислить площади поперечных сечений каждой фигуры А1, А2…Аn;

вычислить статический момент каждой фигуры Sx1, Sx2…Sxn или Sy1, Sy2…Syn;

* Найти общую площадь поперечного сечения и общий статический момент сечения А = А1+А2+…+Аn, мм2, Sу = Sy1+Sy2+Syn; или Sx= Sx1+Sx+Sxn, мм2;
* Определить положение центра тяжести симметричного сечения по одной из формул

* Нанести на ось координат центр тяжести С с найденной координаты.

*Пример выполнения задачи.*

Определить положение центра тяжести сечения. Данные своего варианта взять из таблицы.



Т.к. сечение симметрично относительно вертикальной оси, требуется определить только ординату центра тяжести, от вспомогательной оси *х*, которую проводим через основание сечения.

Разбиваем сечение на элементарные площади: I – прямоугольник 140×30 с центром тяжести С1.

II два прямоугольника 60×20 с центрами тяжести С2 и С3.

III два треугольника 60×18 с центрами тяжести С4 и С5.

Вычислим необходимые данные для определения центра тяжести сечения: площади отдельных геометрических фигур, координаты их центров тяжести и статические моменты площадей относительно оси *х*:

 мм2;  мм

 мм2;  мм

 мм2;  мм

 мм2;  мм

 мм2;  мм

 мм3

 мм3

 мм3

 мм3

 мм3

* + - 1. Определим статический момент и площадь всего сечения:

 мм3

 мм2

* + - 1. Определим положение центра тяжести сечения:

 мм

* + - 1. Наносим на ось *у* центр тяжести всего сечения

**Ответ:** центр тяжести С имеет координаты С (0; 28,6)

**Контрольная точка №4**

**«Простейшие движения твердого тела»**

**Задача.** Вал вращается согласно заданному уравнению. Определить угловую скорость, угловое ускорение, линейную скорость и полное ускорение вала в момент времени t = 1с. Сколько оборотов сделает вал за 20 секунд? Данные своего варианта взять из таблицы.

Таблица №4

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант** | **Уравнение**  **вращения вала** | **d, м** | **Вариант** | **Уравнение**  **вращения вала** | **d, м** |
| 1 | φ= 1,2t2 + 2t - 3 | 0,1 | 16 | φ= 1,1t2 + 2t - 3 | 0,2 |
| 2 | φ= 1,2t2 + t + 2 | 0,2 | 17 | φ= 1,2t2 + t - 5 | 0,1 |
| 3 | φ= 1,1t2 + 2t + 1 | 0,3 | 18 | φ= 1,2t2 + t - 7 | 0,3 |
| 4 | φ= 1,2t2 + t - 4 | 0,1 | 19 | φ= 1,1t2 + 2t - 6 | 0,2 |
| 5 | φ= 1,3t2 - t + 5 | 0,2 | 20 | φ= 1,1t2 + 2t - 8 | 0,4 |
| 6 | φ= 1,3t2 - 2t - 4 | 0,3 | 21 | φ= 1,1t2 + t + 5 | 0,1 |
| 7 | φ= 1,3t2 - t + 8 | 0,2 | 22 | φ= 1,1t2 + t - 6 | 0,2 |
| 8 | φ= 1,2t2 + t + 2 | 0,3 | 23 | φ= 1,3t2 + 2t - 7 | 0,3 |
| 9 | φ= 1,3t2 - 2t + 5 | 0,2 | 24 | φ= 1,2t2 - t + 8 | 0,4 |
| 10 | φ= 1,1t2 + 2t - 3 | 0,4 | 25 | φ= 1,1t2 + t + 5 | 0,2 |
| 11 | φ= 1,1t2 + t - 4 | 0,1 | 26 | φ= 1,1t2 + 2t - 4 | 0,1 |
| 12 | φ= 1,2t2 + t - 8 | 0,2 | 27 | φ= 1,2t2 - t + 5 | 0,4 |
| 13 | φ= 1,1t2 + 2t - 4 | 0,3 | 28 | φ= 1,2t2 - t + 8 | 0,2 |
| 14 | φ= 1,2t2 + t - 5 | 0,4 | 29 | φ= 1,2t2 - 2t - 6 | 0,3 |
| 15 | φ= 1,1t2 + 2t - 3 | 0,1 | 30 | φ= 1,2t2 + t - 7 | 0,1 |

*Цели задания:*

1. Проверить степень усвоения студентами темы «Простейшие движения твердого тела».
2. Научиться определять угловые характеристики вращающегося тела.

*Методические рекомендации к выполнению задания.*

1. Записать условие задачи, что дано и что требуется определить, исходя из данных для своего варианта.
2. Определить уравнение угловой скорости вала и вычислить её значение при *t = 1с, ω = φ1, с-1.*
3. Определить уравнение углового ускорения вала и вычислить его значение при *t = 1с; Σ = ω1, с-2.*
4. Определить линейную скорость: *υ = ω · r, м/с*
5. Определить касательное и нормальное ускорения: *аt = Σ · r, м/с2,*

*аn = ω2 ·r м/с2*.

6. Определить полное ускорение , м/с2

7. Определить угол поворота вала φ за 20с.

8.Найти число оборотов вала N

*N* = , оборотов.

*Пример выполнения задачи.*

Вал диаметром 0,2м вращается согласно уравнению: φ = 1,2t2 – t + 9, рад.

Определить угловую скорость, угловое ускорение, линейную скорость, полное ускорение в момент времени t = 1с. Сколько оборотов сделает вал за 15 с?

***Дано:*** *φ = 1,2t2 – t + 9, рад*

*d = 0,2м; t = 1с*

***Определить:*** *ω, Σ, υ,* *an*, *at, a, N.*

* 1. 1 Определим угловую скорость вращения по формуле:

*ω = φ1 = (1,2t2 – t + 9)' = 2,4t – 1, с-1*

Подставив t = 1с, получим

*ω = 2,4 · 1 – 1 = 1,4 с-1*

2 Определим угловое ускорение:

*Σ = ω' = (2,4t - 1)' = 2,4 с-2*

Угловое ускорение от времени не зависит и является постоянным.

3 Линейная скорость определяется по формуле:

*υ = ω · r = 2,4 · 0,1 = 0,24 м/с*

4 Касательное ускорение определяется по формуле:

*at = Σ · r = 2,4 · 0,1 = 0,24 м/с2*

5 Нормальное ускорение определяется по формуле:

*an = ω2 · r = 1,42 · 0,1 = 0,154 м/с2*

1. Полное ускорение вала

=  = *0,29 м/с2*

1. Угол поворота вала за 15 секунд вращения будет:

*φ = 1,2t2 – t + 9 = 1,2 · 152 – 15 + 9 = 264 рад*

8 Число оборотов вала за 15 секунд будет:

 *оборота*

***Ответ:*** *ω=1,14 с-1; Σ=2,4 с-2; υ=0,24 м/с; at=0,24 м/с2; an=0,154 м/с2;*

*a=0,29 м/с2; N=42* *оборота.*

**Контрольная точка №5**

**«Работа и мощность. Трение»**

**Задача.** Определить работу при передвижении груза по наклонной плоскости АВ = *l* вверх постоянной силой F // наклонной плоскости. Коэффициент трения *fэ.*. Движение груза с ускорением *a*. Принять угол наклона α = 30°. Данные своего варианта взять из таблицы.

*y*

*x*

α

α

*FТ sin α*

*FТ cos α*





Таблица №5

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Вариант*** | ***FТ Н*** | ***ℓ, м*** | ***a, м/с2*** | ***f*** | ***Вариант*** | ***FТ Н*** | ***ℓ, м*** | ***a, м/с2*** | ***f*** |
| 1 | 200 | 4 | 1,5 | 0,01 | 16. | 200 | 3 | 1,3 | 0,01 |
| 2 | 220 | 5 | 1,8 | 0,02 | 17. | 400 | 5 | 1,6 | 0,03 |
| 3 | 240 | 3,5 | 1,7 | 0,03 | 18. | 600 | 4,5 | 1,7 | 0,02 |
| 4 | 300 | 3 | 1,9 | 0,02 | 19. | 800 | 3 | 1,8 | 0,03 |
| 5 | 400 | 4 | 1,2 | 0,01 | 20. | 400 | 5 | 1,2 | 0,02 |
| 6 | 500 | 3 | 2,0 | 0,03 | 21. | 700 | 3,5 | 1,5 | 0,01 |
| 7 | 600 | 5 | 2,1 | 0,01 | 22. | 600 | 3 | 1,6 | 0,01 |
| 8 | 300 | 3,5 | 1,8 | 0,02 | 23. | 400 | 4,5 | 1,8 | 0,03 |
| 9 | 400 | 4,5 | 1,9 | 0,03 | 24. | 300 | 4 | 1,9 | 0,02 |
| 10 | 500 | 5 | 1,4 | 0,01 | 25. | 800 | 5 | 2,0 | 0,03 |
| 11 | 600 | 4 | 1,3 | 0,03 | 26. | 500 | 3,5 | 1,2 | 0,01 |
| 12 | 300 | 3,5 | 2,0 | 0,03 | 27. | 400 | 4,5 | 1,4 | 0,02 |
| 13 | 400 | 3 | 1,5 | 0,01 | 28. | 200 | 5 | 1,6 | 0,03 |
| 14 | 500 | 4 | 1,6 | 0,03 | 29. | 400 | 3 | 1,9 | 0,01 |
| 15 | 600 | 5 | 1,9 | 0,02 | 30. | 600 | 4 | 2,0 | 0,02 |

*Цель задания.*

* 1. Проверить степень усвоения темы: «Работа, мощность, КПД».
  2. Научиться определять работу и мощность при поступательном и вращательном движениях твердого тела.
  3. Научиться определять работу и мощность тела на наклонной плоскости.

*Методические рекомендации к выполнению задания.*

* 1. Нарисовать рисунок и записать исходные данные для своего варианта (взять из таблицы).
  2. Расставить все силы, действующие в данной задаче: силу тяжести, активную силу , силу инерции  и силу трения , причем  и  направить в сторону, противоположную движению груза, т.е. вниз.
  3. Приложить систему координат Х, Y. Ось Х направить в направлении движения, ось Y перпендикулярно к оси Х.
  4. Спроектировать силу тяжести  на оси координат: *FТ  cosα* на ось *Y* и

*FT sinα* на ось Х и показать эти проекции на рисунке.

* 1. Составить 2 уравнения суммы проекций всех сил на оси и приравнять их к нулю.
  2. Из первого уравнения выразить заданную силу . Перемножив её на расстояние АВ найдем работу.
  3. Написать ответ.

*Пример выполнения задачи.*

По наклонной плоскости АВ длиной 4 м равноускоренно передвигают груз с ускорением 1,5 м/с2 силой *F //* наклонной плоскости. Сила тяжести груза FТ = 200Н. Коэффициент трения *f*  = 0,01. Определить работу, которая выполняется в данном случае.

*y*

30°

30°

*FТ sin α*

*FТ cos α*

*x*



А

В







5.1 Для решения данной задачи необходимо нарисовать наклонную плоскость под углом α = 30° и расставить все силы, которые действуют в данном случае (см. рис.).

5.2 Приложить систему координат Х,Y.

5.3 Спроектировать все силы на ось Х и Y и составить 2 уравнения суммы проекций:

*Σ Fiх = 0; F - FТ sinα – Fтр – Fи = 0*

*Σ Fiy = 0; R - FТ cosα = 0*

5.4 Решая эти уравнения необходимо вычислить силу *F*. Из 1го уравнения



5.5 Сила трения определяется по формуле:

*Fтр = f · R*, где *R* – нормальная реакция

5.6 Нормальную реакцию *R* определить из 2го уравнения:

*R = FТ cosα*

*R = 200 · 0,87 = 174 Н*

Тогда сила трения: *Fтр = f · R* = *0,01 · 174 = 1,74 Н*

5.7 Сила инерции определяется:

*Fи = ma =* 

5.8 Движущую силу *F* определим по формуле:

*F = FТ sinα + Fтр + Fи* = *200 · 0,5 + 1,74 + 30,6 = 132,34 Н*

5.9 Работа при передвижении груза по наклонной плоскости будет

*W = F · S* = *132,34 · 4 = 529,36 Дж*

***Ответ:*** *W = 529,36 Дж*

**Контрольная точка №6**

**«Определение внутренних силовых факторов в поперечных сечениях бруса при простых нагружениях»**

**Задача.** Для ступенчатого бруса построить эпюры продольных сил и нормальных напряжений.

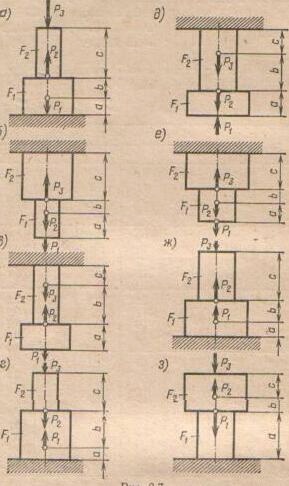


Таблица 6.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Схема | Р1 | Р2 | Р3 | F1 | F2 | а | b | c |
| кН | | | см2 | | м | | |
| 1 | *а* | 32 | 18 | 24 | 4,0 | 3,0 | 0,7 | 0,4 | 0,8 |
| 2 | 28 | 16 | 12 | 3,2 | 2,0 | 0,6 | 0,5 | 0,7 |
| 3 | 22 | 8 | 26 | 3,4 | 2,5 | 0,5 | 0,6 | 0,9 |
| 4 | 19 | 24 | 15 | 2,6 | 2,8 | 0,8 | 0,6 | 0,5 |
| 5 | *б* | 30 | 12 | 16 | 3,6 | 5,2 | 0,4 | 0,9 | 0,6 |
| 6 | 27 | 15 | 10 | 3,8 | 4,8 | 0,6 | 0,7 | 0,8 |
| 7 | 24 | 14 | 8 | 3,5 | 4,2 | 0,3 | 0,8 | 0,7 |
| 8 | 26 | 16 | 11 | 2,8 | 4,0 | 0,7 | 0,9 | 0,4 |
| 9 | *в* | 25 | 12 | 18 | 3,3 | 2,5 | 0,5 | 0,5 | 0,9 |
| 10 | 31 | 26 | 14 | 4,1 | 3,4 | 0,7 | 0,8 | 0,5 |
| 11 | 18 | 15 | 16 | 3,2 | 2,6 | 0,6 | 0,6 | 0,8 |
| 12 | 23 | 25 | 19 | 3,4 | 2,5 | 0,8 | 0,4 | 0,7 |
| 13 | *г* | 16 | 8 | 15 | 2,2 | 2,1 | 0,4 | 0,7 | 0,9 |
| 14 | 18 | 10 | 12 | 2,8 | 1,9 | 0,6 | 0,5 | 0,8 |
| 15 | 22 | 12 | 17 | 3,0 | 2,2 | 0,5 | 0,6 | 0,7 |
| 16 | 20 | 9 | 18 | 2,6 | 2,1 | 0,7 | 0,4 | 0,8 |
| 17 | *д* | 24 | 16 | 20 | 2,3 | 1,8 | 0,9 | 0,3 | 0,6 |
| 18 | 18 | 10 | 14 | 2,2 | 1,5 | 0,8 | 0,2 | 0,7 |
| 19 | 25 | 18 | 22 | 2,8 | 1,9 | 0,7 | 0,6 | 0,9 |
| 20 | 19 | 11 | 15 | 2,0 | 1,4 | 0,8 | 0,5 | 0,6 |
| 21 | *е* | 25 | 13 | 6 | 3,0 | 3,5 | 0,4 | 0,8 | 0,5 |
| 22 | 30 | 15 | 8 | 4,2 | 4,8 | 0,6 | 0,9 | 0,4 |
| 23 | 27 | 11 | 10 | 3,2 | 3,4 | 0,7 | 0,7 | 0,6 |
| 24 | 22 | 9 | 7 | 3,1 | 3,6 | 0,5 | 0,9 | 0,7 |
| 25 | *ж* | 20 | 12 | 15 | 2,8 | 2,2 | 0,7 | 0,4 | 0,9 |
| 26 | 24 | 10 | 14 | 2,9 | 2,1 | 0,8 | 0,3 | 0,6 |
| 27 | 19 | 14 | 16 | 2,5 | 1,8 | 0,4 | 0,7 | 0,8 |
| 28 | 25 | 13 | 17 | 3,0 | 1,7 | 0,5 | 0,9 | 0,7 |
| 29 | *з* | 18 | 16 | 8 | 2,6 | 3,0 | 0,8 | 0,5 | 0,6 |
| 30 | 16 | 20 | 12 | 1,2 | 1,8 | 0,7 | 0,6 | 0,8 |

*Цели задания.*

* 1. Проверить степень усвоения темы: «Растяжение и сжатие».
  2. Научиться строить эпюры продольных сил и нормальных напряжений.

*Методические рекомендации к выполнению задания.*

При осевом растяжении или сжатии стержня внутренние силы упругости в поперечных сечениях могут быть заменены равнодействующей силой, направленной вдоль оси стержня. Эту силу называют *продольной силой* и обозначают буквой *N*.

Продольная сила в любом поперечном сечении численно равна алгебраической сумме проекций на ось стержня внешних сил, приложенных к части стержня, расположенной по одну сторону от сечения. В частном случае, когда стержень растягивается или сжимается двумя равными силами *Р*, приложенными в его торцовых сечениях и направленными вдоль оси стержня, продольная сила во всех поперечных сечениях равна *Р*.

*Величина продольной силы не зависит от площади поперечного сечения стержня.*

При растяжении стержня продольную силу принято считать положительной, при сжатии – отрицательной.

График, показывающий закон изменения продольной силы по длине стержня, называется *эпюрой продольных сил.* Ось эпюры направляют параллельно оси стержня.

Нормальное напряжение в поперечных сечениях стержня, достаточно отдаленных от точек приложения действующих сил, при растяжении и сжатии распределяются равномерно по сечению. Величину напряжения определяют по формуле

***σ=N/F,*** н/м2 (кГ/см2),

где *F* – площадь поперечного сечения стержня, м2 (см2).

Наглядное представление об изменении напряжений в поперечных сечениях стержня по его длине дает *эпюра нормальных напряжений.*

Эпюрой нормальных напряжений называют график, показывающий закон изменения напряжений в поперечных сечениях по длине стержня.

Изменение длины (удлинение или укорочение) участка бруса в границах применимости закона Гука определяют по формуле

***Δl=Nl/EF,***

где *Е* – модуль продольной упругости материала стержня, н/м2 (кГ/см2).

Произведение EF называется жесткостью сечения стержня при растяжении или сжатии.

Приведенная формула для определения изменения длины *Δl* справедлива, если продольная сила *N*  и жесткость *EF* постоянны по всей длине стержня. В противном случае стержень разбивают на участки, для каждого из которых указанное требование соблюдается, и изменение длины стержня определяют, как сумму изменения длин участков.

Продольные и поперечные упругие деформации, возникающие при растяжении или сжатии, связаны друг с другом зависимостью

***ε┴=-με***

где *ε┴* и*ε -*  соответственно поперечная и продольная деформации;

*μ –* коэффициент Пуассона.

В отдельных случаях целесообразно построить эпюру перемещений, под которой понимают график, показывающий закон изменения перемещений поперечных сечений по длине стержня.

При растяжении и сжатии происходит изменение объема стержня и накапливание потенциальной энергии.

Относительное изменение объема стержня при растяжении и сжатии

***ε*v*=ε(1-2μ).***

Энергия, накапливаемая в стержне при его упругой деформации, может быть вычислена по одной из следующих формул:

***U=N2l/2EF,***

***U=Δl2ЕF/2l*** или ***U=σ2Fl/2Е.***

Энергия, накапливаемая в единице объема стержня, называемая удельной потенциальной энергией, определяется по формуле

***u=σ2/2Е,*** (кГ·см/см2).

Напряжения и деформации при растяжении и сжатии возникают как действия внешних сил, так и от действия силы тяжести стержня.

В подавляющем большинстве элементов машиностроительных конструкций напряжения и перемещения, возникающие от действия силы тяжести элементов, очень малы по сравнению с напряжениями и перемещениями, возникающими от действия внешних сил, и их, как правило, в расчет не принимают.

В элементах строительных конструкций, в частности в элементах зданий, необходимо учитывать напряжения и перемещения от собственной силы тяжести, так как влияние собственной силы тяжести в этих элементах значительно.

*Пример решения задачи.*

Построить эпюры продольных сил и нормальных напряжений стержня (рис. 1), не учитывая влияние силы тяжести.

***Решение.***

Разобьем стержень на участки. Границы участков определяются сечениями, где изменяются поперечные сечения или приложены нагрузки. Мысленно рассечем стержень в пределах участка ***I*** и отбросим верхнюю часть (рис. 1, а). Для уравновешивание силы ***Р1=40*** ***кн*** необходимо, чтобы равнодействующая внутренних сил (продольная сила NI) равнялась внешней силе ***Р1***:

***NI=Р1=40 кн.***

Аналогично мысленно рассечем стержень в пределах участка ***II*** и отбросим верхнюю часть (рис. 1, б). чтобы уравновесить внешние силы ***Р1=40 кн*** и ***Р2=60 кн***, равнодействующая внутренних сил (продольная сила ***NII***) должна равняться алгебраической сумме сил ***Р1*** и ***Р2***:

***NII=Р1-Р2=40-60=-20 кн.***

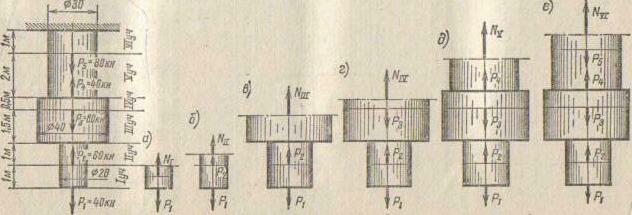


Рис. 1

Очевидно, продольная сила на участке ***III*** равна продольной силе на участке  ***II.*** Это объясняется тем, что в пределах участка ***II***. Это объясняется тем, что в пределах участка ***III***  не приложены силы (рис. 1, в). изменение площади на величине продольной силы не сказывается.

Аналогично для остальных участков получим:

на участке ***IV***  (рис. 1, г)

***NIV=Р1-Р2+Р3=40-60+80=60 кн;***

на участке ***V*** (рис. 1, д)

***NV= Р1-Р2+Р3-Р4=40-60+80-40=20 кн;***

на участке ***VI***  (рис. 1, е)

***NVI= Р1-Р2+Р3-Р4+Р5 =40-60+80-40+80=100 кн.***

Продольные силы на любом из участков можно также определить, мысленно отбросив нижнюю часть стержня и рассматривая равновесие его верхней части, что, однако, в рассматриваемом примере целесообразно для ***IV, V,*** и ***VI***  участков. Решая пример по названному варианту, необходимо предварительно определить реакцию в верхней заделке. Стержень на участках ***I, IV, V,*** и ***VI***  будет растягиваться, а на участках ***II*** и ***III***  - сжиматься.

В соответствии с полученными данными строим эпюру продольных сил (рис. 2, б).

Для определения напряжений в поперечных сечениях стержня необходимо значения продольных сил разделить на площади соответствующих сечений. Определим площади поперечных сечений стержня.

Площадь поперечного сечения стержня в пределах ***I*** и ***II***  участков

***FI=FII=(π(20·10-3)2)/4=314·10-6 м2,***

аналогично,

***FIII=FIV=(π(40·10-3)2)/4=1256·10-6 м2,***

***FV=FVI=(π(30·10-3)2)/4=706·10-6 м2.***

Находим напряжения на отдельных участках стержня:

***σI=NI/FI=40000/314·10-6=127·106 н/м2=127 Мн/м2;***

***σII=NII/FII=-20000/314·10-6=-63.7·106 н/м2=-63.7 Мн/м2;***

***σIII=NIII/FIII=20000/1256·10-6=-15.9·106 н/м2=-15.9 Мн/м2;***

***σIV=NIV/FIV=60000/1256·10-6=47.8·106 н/м2=47.8 Мн/м2;***

***σV=NV/FV=20000/706·10-6=28.3·106 н/м2=28.3 Мн/м2;***

***σVI=NVI/FVI=100000706·10-6=142·106 н/м2=142 Мн/м2.***

В соответствии с полученными значениями напряжений строим эпюру нормальных напряжений.

**Контрольная точка №7**

***Тема: «*Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов»**

**Задача.** Для балок (рисунок и табл. 7) построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов, составив для каждого участка балки выражения (уравнения) *Q* и  *M.*

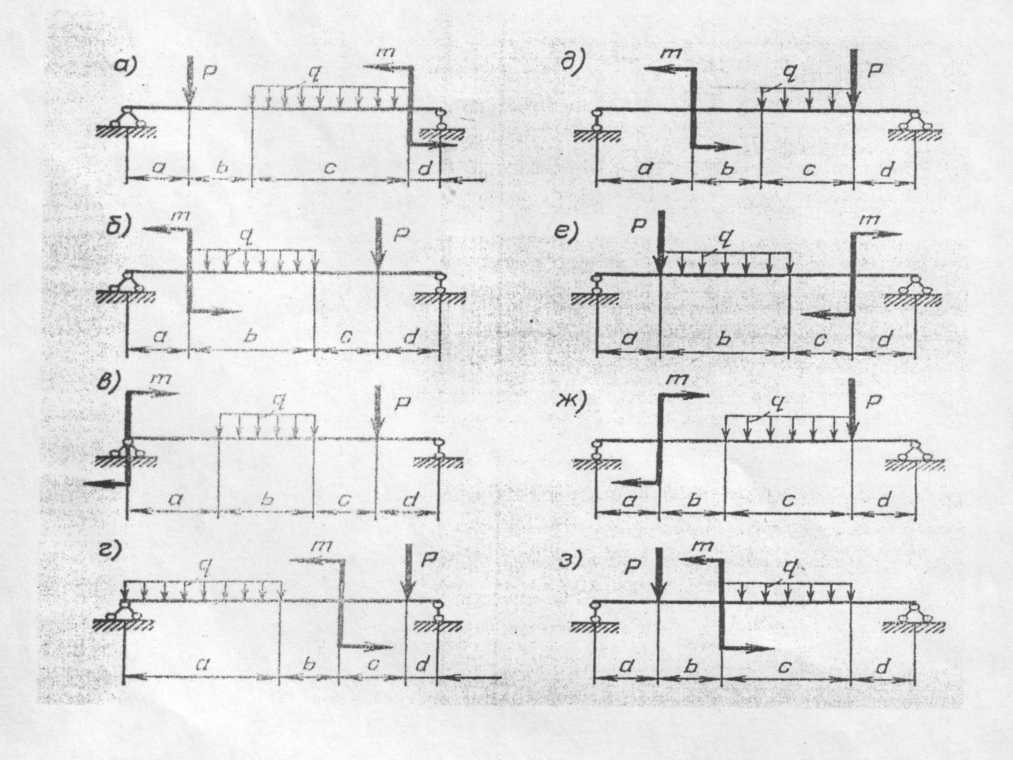
****

Таблица 7.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Схема | *m,*  кН∙м | *Р,*  кН | q,  кН/м | *a* | *b* | *c* | *d* |
| м | | | |
| 1 | *а* | 22 | 32 | 12 | 2 | 2 | 5 | 1 |
| 2 | 18 | 24 | 16 | 2 | 3 | 3 | 2 |
| 3 | 24 | 20 | 10 | 1 | 3 | 4 | 2 |
| 4 | 26 | 18 | 8 | 3 | 2 | 3 | 2 |
| 5 | *б* | 20 | 30 | 6 | 3 | 2 | 4 | 2 |
| 6 | 16 | 34 | 15 | 2 | 4 | 2 | 2 |
| 7 | 25 | 26 | 14 | 1 | 3 | 4 | 2 |
| 8 | 30 | 22 | 16 | 2 | 4 | 3 | 1 |
| 9 | *в* | 24 | 30 | 12 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| 10 | 28 | 24 | 10 | 2 | 4 | 1 | 3 |
| 11 | 20 | 36 | 8 | 2 | 3 | 3 | 2 |
| 12 | 30 | 24 | 16 | 4 | 3 | 1 | 2 |
| 13 | *г* | 26 | 18 | 12 | 3 | 2 | 3 | 2 |
| 14 | 18 | 16 | 8 | 4 | 2 | 2 | 2 |
| 15 | 24 | 22 | 10 | 5 | 2 | 2 | 1 |
| 16 | 25 | 20 | 6 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 17 | *д* | 20 | 24 | 14 | 3 | 2 | 3 | 2 |
| 18 | 28 | 32 | 6 | 1 | 5 | 1 | 3 |
| 19 | 22 | 26 | 8 | 2 | 2 | 4 | 2 |
| 20 | 32 | 28 | 15 | 1 | 3 | 4 | 2 |
| 21 | *е* | 24 | 20 | 10 | 2 | 4 | 2 | 2 |
| 22 | 28 | 16 | 14 | 1 | 5 | 3 | 1 |
| 23 | 30 | 24 | 6 | 2 | 3 | 3 | 2 |
| 24 | 20 | 18 | 8 | 3 | 4 | 1 | 2 |
| 25 | *ж* | 26 | 30 | 12 | 2 | 2 | 4 | 2 |
| 26 | 25 | 28 | 15 | 1 | 3 | 4 | 2 |
| 27 | 16 | 22 | 10 | 2 | 1 | 5 | 2 |
| 28 | 18 | 20 | 12 | 3 | 1 | 5 | 1 |
| 29 | *з* | 24 | 24 | 14 | 2 | 2 | 4 | 2 |
| 30 | 30 | 25 | 6 | 1 | 2 | 4 | 3 |

*Цели задания.*

* 1. Проверить степень усвоения темы: «Изгиб».
  2. Научиться строить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.

*Методические рекомендации к выполнению задания.*

В общем случае прямого изгиба в поперечных сечениях бруса возникают два внутренних силовых фактора: поперечная сила и изгибающий момент.

Поперечная сила в любом поперечном сечении бруса численно равна алгебраической сумме проекции на ось *у* всех внешних сил, действующих по одну сторону от сечения.

Изгибающий момент в любом поперечном сечении бруса численно равен алгебраической сумме моментов, вычисленных относительно центра тяжести сечения, всех внешних сил, действующих по одну сторону от сечения.

График, показывающий изменение поперечной силы по длине балки, показывается *эпюрой поперечных сил*, а график, показывающий изменение изгибающего момента по длине балки, называется *эпюрой изгибающих моментов*.

Для определения знаков поперечной силы и изгибающего момента рекомендованы следующие правила.

Внешняя сила (рис. 1, а), стремящаяся повернуть отсеченную часть балки по часовой стрелки вокруг той точки оси, которая соответствует проведенному сечению, вызывает положительную поперечную силу, а внешняя сила (рис. 1, б), сеченную часть балки против часовой стрелки вокруг указанной точки, вызывает отрицательную поперечную силу.

Внешняя сила (пара сил) (рис. 2, а), изгибающая отсеченную часть балки относительно проведенного сечения выпуклостью вниз, дает положительный изгибающий момент, а внешняя сила (пара сил) (рис. 2, б), изгибающая отсеченную часть балки относительно проведенного сечения выпуклостью вверх, дает отрицательный изгибающий момент. При определении знака изгибающего момента по указанному правилу необходимо отсеченную часть балки представить как защемленную в проведенном сечении.

Изгибающий момент *М,* поперечная сила *Q* и интенсивность распределенной нагрузки *q,*  действующие в выбранном сечении, связаны дифференциальными зависимостями ***dQ/dx=q***и***dM/dx=Q****,* которые позволяют установить качественный характер изменения эпюр *М* и *Q* на участках балки.

Так, например, если на некотором участке балки *q=0*, то поперечная сила постоянна (эпюра *Q* параллельна оси эпюры), а изгибающий момент изменяется линейному закону (эпюра *М* расположена под углом α к оси эпюры). В самом деле, если ***q=0***, тогда ***dQ/dx=0****,* т.е*.* ***Q=const***и ***dM/dx=Q=const,***откуда***M=Qx+M0****.*

Если некоторый участок балки нагружен равномерно распределенной нагрузкой интенсивности *q,* то поперечная сила изменяется по линейному закону (эпюра *Q* расположена под углом α к оси эпюры), а изгибающий момент – по закону параболы.

В самом деле, если ***q=const****,* тогда ***dQ/dx=q=const****,* откуда ***Q=qx+Q0***и***dM/dx=Q=qx+Q0****,* тогда ***M=qx2/2+Q0x+M0****.* Здесь и выше *Q0* и *M0 –* значения поперечной силы и изгибающего момента в начале участка.

Из выражения ***dM/dx=Q*** можно определить положение сечения с максимальным изгибающим моментом, если рассматриваемый участок балки нагружен равномерно распределенной нагрузкой интенсивности *q.* Для этого выражение *Q*, написанное для данного сечения, приравнивают 0 и определяют абсциссу *х* опасного сечения. Затем, подставляя найденное значение *х* в выражение *М*, написанное для того же сечения, находят *Ммах.*

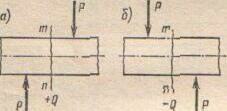
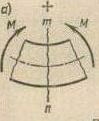


рис. 1.

*Рис.2*

*Пример решения задачи.*

Построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов для балки, изображенной на рисунке.

***Решение:***

Определяем опорные реакции:

***∑МА=0; Р∙1-В∙4=0***,

откуда

***В=Р∙1/4=16∙1/4=4*** кн;

***∑МВ=0; -Р∙3+А∙4=0,***

откуда

***А=Р∙3/4=16∙3/4=12***кн.

Проверку правильности найденных значений опорных реакций производим по уравнению суммы проекций всех сил на вертикальную ось: ***А-Р+В=0*** или 12-16+4=0, 0=0, отсюда заключаем, что опорные реакции по величине и направлению определены правильно. Для построения эпюр поперечных сил и изгибающих моментов применяем метод сечений.

Балку условно представим состоящей из 2 участков: первый участок расположен от точки *А* до точки *С*; второй – от точки *С* до точки *В.* Определим значения поперечных сил для каждого участка балки. На первом участке произвольно выберем сечение на расстоянии *х1* от опоры *А****.***

Слева от сечения на балку действует одна внешняя сила *А* (опорная реакция), которая стремится повернуть левую часть балки относительно точки, лежащей в проведенном сечении по часовой стрелке. Следовательно, сила *А* вызывает положительную поперечную силу

***Qx1=A=12***кн.

На втором участке балки произвольно выберем сечение на расстоянии *х2* от опоры *А*. слева от сечения на балку действуют две внешние силы *А* и  *Р.* Сила *А,* как и на первом участке, вызывает положительную поперечную силу, а сила *Р*, стремящаяся повернуть левую часть балки относительно точки, лежащей в проведенном сечении, против часовой стрелки, вызывает отрицательную поперечную силу

***Qx2=A-P=12-16=-4***кн.

Эпюра поперечных сил приведена на рисунке.

Определим значения изгибающих моментов для каждого участка балки.

Мысленно защемим отсеченную левую часть балки в проведенном сечении на первом участке.

Сила *А* изгибает отсеченную часть балки относительно проведенного сечения выпуклостью вниз, следовательно, сила *А* дает положительный изгибающий момент

***Мx1=А∙х1.***

Изгибающий момент на этом участке меняется по закону прямой линии, для построения которой достаточно два его значения:

при ***х1=0 М*‌‌‌‌‌‌ ‌‌‌‌‌׀‌*х1=0=0*; *М*‌׀х1=0**или ***М*׀*х1=1****;*

при ***х1=1*** *м* ***М*׀*х1=1=12∙103∙1=12∙103***н∙м =***12***кн∙м.

Аналогично, мысленно защемим отсеченную левую часть в проведенном сечении на втором участке.

Сила *А*, как и на первом участке, дает положительный изгибающий момент. Сила *Р* изгибает отсеченную часть балки относительно проведенного сечения выпуклостью вверх, следовательно, сила *Р* дает отрицательный изгибающий момент

***Мх2=А∙х2-Р(х2-1)***

и на этом участке изгибающий момент изменяется по закону прямой линии, для построения которой также достаточно знать два его значения:

при ***х2=1***м ***М*׀*х2=1=12∙103∙1=12∙103***н∙м **=*12***кн∙м;

при ***х2=4***м***М*׀*х2=4*=12∙103∙4-16∙103∙3=0**.

Эпюра изгибающих моментов приведена на рисунке. Построить эпюры *Q* и *M* можно и без составления уравнений поперечных сил и изгибающих моментов, а путем вычисления значений поперечных сил и изгибающих моментов в характерных точках (сечениях). Для рассматриваемой балки характерными точками (сечениями) являются точки *А, С* и *В*. Характер изменения эпюр между этими точками установим при помощи дифференциальных зависимостей: так как распределенная нагрузка на обоих участках отсутствует (*q*), то поперечная сила в пределах каждого участка постоянна, а изгибающий момент изменяется по линейному закону.

Вычислим характерные значения поперечных сил. Поскольку мы установили, что поперечная сила постоянна на каждом из участков балки, достаточно вычислить по одному значению *Q* на каждом участке. Однако в целях контроля можно вычислить большее количество характерных значений. Например:

в сечении *А* ***QА=А=12***кн;

в сечении *С* (слева) ***Qлс=А=12***кн;

в сечении *С* (справа) ***QПс=А-Р=12-16=-4***кн;

в сечении *В* ***QВ=-В=-4***кн.

Вычислим значения изгибающих моментов в этих же сечениях:

в сечении *А* ***МА=0****;*

в сечении *С* ***Мс=А∙1=12∙103∙1=12∙103***н∙м***=12***кн∙м;

в сечении *В* ***МВ=А∙4-Р∙3=12∙103∙4-16∙103∙3=0.***

По найденным значениям и известному качественному характеру изменения поперечной силы и изгибающего момента строят эпюры *Q* и *M.*

**Контрольная точка № 8**

**Задание. Выполнить реферат и компьютерную презентацию по теме.**

Неразъемные соединения: сварные

Паяные соединения

Клеевые соединения

Разъемные соединения: резьбовые соединения

Шпоночные соединения

Шлицевые соединения

Фрикционные передачи

Вариаторы

Зубчатые передачи

Конические прямозубые передачи

Косозубые цилиндрические передачи

Передачи с зацеплением Новикова

Планетарные зубчатые передачи

Червячные передачи

Ременные передачи

Цепные передачи

Валы и оси

Муфты

Подшипники качения

Подшипники скольжения

**Методические рекомендации**

**по написанию реферата**

Реферат – это самостоятельное произведение, свидетельствующее о знании литературы по предложенной теме, ее основной проблематики, отражающее точку зрения автора на данную проблему, умение осмысливать явления жизни на основе теоретических знаний.

В процессе работы над рефератом можно выделить 4 этапа:

* вводный – выбор темы, работа над планом и введением;
* основной – работа над содержанием и заключением реферата;
* заключительный – оформление реферата;
* защита реферата .

Структура реферата включает в себя следующие элементы:

* титульный лист;
* содержание;
* введение;
* содержание (главы и параграфы);
* заключение;
* приложение;
* список литературы и источников.

**Формулирование цели и задач реферата**

Выбрав тему реферата и изучив литературу, необходимо сформулировать цель работы и составить план реферата.

Цель – это осознаваемый образ предвосхищаемого результата. Целеполагание характерно только для человеческой деятельности. Возможно, формулировка цели в ходе работы будет меняться, но изначально следует ее обозначить, чтобы ориентироваться на нее в ходе исследования. Определяясь с целью дальнейшей работы, параллельно надо думать над составлением плана: необходимо четко соотносить цель и план работы.

Можно предложить два варианта формулирования цели:

1. Формулирование цели при помощи глаголов: исследовать, изучить, проанализировать, систематизировать, осветить, изложить (представления, сведения), создать, рассмотреть, обобщить и т.д.

|  |
| --- |
| *Обобщить* – сделав вывод, выразить основные результаты в общем положении,  придать общее значение чему-нибудь. |
| *Изучить* –   1. Постичь учением, усвоить в процессе обучения 2. Научно исследовать, познать 3. Внимательно наблюдая, ознакомиться, понять |
| *Изложить* –   1. Описать, передать устно или письменно 2. Кратко пересказать содержание чего-нибудь |
| *Систематизировать*- привести в систему.  Система – определенный порядок в расположении и  связи действий. |

2. Формулирование цели с помощью вопросов.

Цель разбивается на задачи – ступеньки в достижении цели.

|  |
| --- |
| *Задача* – то, что требует исполнения, разрешения. Поставить задачу. |

**Работа над планом**

Работу над планом реферата необходимо начать еще на этапе изучения литературы. **План – это точный и краткий перечень положений в том порядке, как они будут расположены в реферате, этапы раскрытия темы.** Черновой набросок плана будет в ходе работы дополняться и изменяться. Существует два основных типа плана: простой и сложный (развернутый). В простом плане содержание реферата делится на параграфы, а в сложном на главы и параграфы. Но как построить грамотно план реферата? Конкретного рецепта здесь не существует, большую роль играет то, как предполагается расставить акценты, как сформулирована тема и цель работы. При описании, например, исторического события можно остановиться на стандартной схеме: причины события, этапы и ход события, итоги и значения исторического события.

При работе над планом реферата необходимо помнить, что формулировка пунктов плана не должна повторять формулировку темы (часть не может равняться целому).

**Работа над введением**

Введение – одна из составных и важных частей реферата. При работе над введением необходимо опираться на навыки, приобретенные при написании изложений и сочинений. В объеме реферата введение, как правило, составляет 1-2 машинописные страницы. Введение обычно содержит вступление, обоснование актуальности выбранной темы, формулировку цели и задач реферата, краткий обзор литературы и источников по проблеме, историю вопроса и вывод.

**Вступление –** это 1-2 абзаца, необходимые для начала. Желательно, чтобы вступление было ярким, интригующим, проблемным, а, возможно, тема реферата потребует того, чтобы начать, например, с изложения какого-то определения, типа «политические отношения – это…».

**Обоснование актуальности выбранной темы - э**то, прежде всего, ответ на вопрос: «почему я выбрал(а) эту тему реферата, чем она меня заинтересовала?». Можно и нужно связать тему реферата с современностью.

**Краткий обзор литературы и источников по проблеме** – в этой части работы над введением необходимо охарактеризовать основные источники и литературу, с которой автор работал, оценить ее полезность, доступность, высказать отношение к этим книгам.

**История вопроса** – это краткое освещение того круга представлений, которые сложились в науке по данной проблеме и стали автору известны. **Вывод –** это обобщение, которое необходимо делать при завершении работы над введением.

**Требования к содержанию реферата**

Содержание реферата должно соответствовать теме, полно ее раскрывать. Все рассуждения нужно аргументировать. Реферат показывает личное отношение автора к излагаемому. Следует стремиться к тому, чтобы изложение было ясным, простым, точным и при этом выразительным. При изложении материала необходимо соблюдать общепринятые правила:

* не рекомендуется вести повествование от первого лица единственного числа (такие утверждения лучше выражать в безличной форме);
* при упоминании в тексте фамилий обязательно ставить инициалы перед фамилией;
* каждая глава (параграф) начинается с новой строки;
* при изложении различных точек зрения и научных положений, цитат, выдержек из литературы, необходимо указывать источники, т.е. приводить ссылки.

**Правила оформления ссылок**

В реферате сведения об использованной литературе приводятся чаще всего в скобках после слов, к которым относятся. В скобках сначала указывается номер книги в списке литературы, а затем через запятую страница. Если ссылка оформляется на цитату из многотомного сочинения, то после номера книги римской цифрой указывается номер тома, а потом номер страницы.

Примеры: (1,145); (4,II,38).

**Работа над заключением**

Заключение – самостоятельная часть реферата. Оно не должно быть переложением содержания работы. Заключение должно содержать:

* основные выводы в сжатой форме;
* оценку полноты и глубины решения тех вопросов, которые вставали в процессе изучения темы.

Объем 1-2 компьютерных листа формата А4.

**Оформление приложения**

Приложение помещается после заключения и включает материалы, дополняющие основной текст реферата. Это могут быть таблицы, схемы, фрагменты источников, иллюстрации, фотоматериалы, словарь терминов, афоризмы, изречения, рисунки и т.д.

Примеры оформления:

Приложение 1. Терминологический словарь “Процессы и аппараты ”.

Приложение 2. Структура деятельности. Схема.

В тексте реферата необходимо делать примечания. Пример: (см. приложение 1, С.21).

Приложение является желательным, но не обязательным элементом реферата.

**Требования к оформлению реферата**

Текст работы пишется разборчиво на одной стороне листа (формата А4) с широкими полями слева, страницы пронумеровываются. При изложении материала нужно четко выделять отдельные части (абзацы), главы и параграфы начинать с новой страницы, следует избегать сокращения слов.

Если работа набирается на компьютере, следует придерживаться следующих правил (в дополнение к вышеуказанным):

* набор текста реферата необходимо осуществлять стандартным 12 шрифтом;
* заголовки следует набирать 14 шрифтом ( выделять полужирным) ;
* межстрочный интервал полуторный;
* разрешается интервал между абзацами;
* отступ в абзацах 1-2 см.;
* поле левое 2,5 см., остальные 2 см.;
* нумерация страницы снизу или сверху посередине листа;
* объем реферата 20-24 страницы.

**Подготовка к защите и порядок защиты реферата**

Необходимо заранее подготовить тезисы выступления (план-конспект).

Порядок защиты реферата:

1. Краткое сообщение, характеризующее задачи работы, ее актуальность, полученные результаты, вывод и предложения.
2. Ответы студента на вопросы преподавателя.

***Советы студенту:***

При ответе преподавателю постарайтесь соблюсти приведенные ниже рекомендации.

* Готовясь к ответу, Вы должны вспомнить материал максимально подробно, и это должно найти отражение в схеме Вашего ответа. Но тут же необходимо выделить главное, что наиболее важно для понимания материала в целом. Особенно строго следует отбирать примеры и иллюстрации.
* Вступление должно быть очень кратким – 1-2 фразы (если Вы хотите подчеркнуть при этом важность и сложность данного вопроса, то не говорите, что он сложен и важен, а покажите его сложность и важность).
* Полезно вначале показать свою схему раскрытия вопроса, а уж потом ее детализировать.
* Рассказывать будет легче, если Вы представите себе, что объясняете материал очень способному и хорошо подготовленному человеку, который не знает именно этого раздела, и что при этом Вам обязательно нужно доказать важность данного раздела и заинтересовать в его освоении.
* Строго следите за точностью своих выражений и правильностью употребления терминов.
* Не пытайтесь рассказать побольше за счет ускорения темпа, но и не мямлите.
* Не демонстрируйте излишнего волнения и не напрашивайтесь на сочувствие.
* Будьте особенно внимательны ко всем вопросам преподавателя, к малейшим его замечаниям. Он поможет Вам припомнить новый, дополнительный материал. Воспользуйтесь его поддержкой. И уж ни в коем случае его не перебивайте!
* Не бойтесь дополнительных вопросов – чаще всего преподаватель использует их как один из способов помочь Вам или сэкономить время. Если Вас прервали, а при оценке ставят в вину пропуск важной части материала, не возмущайтесь, а покажите план своего ответа, где эта часть стоит несколько позже того, на чем Вы были прерваны.
* Прежде чем отвечать на дополнительный вопрос, необходимо сначала правильно его понять. Для этого нужно хотя бы немного подумать, иногда переспросить, уточнить: правильно ли Вы поняли поставленный вопрос. И при ответе следует соблюдать тот же принцип экономности мышления, а не высказывать без разбора все, что Вы можете сказать.

**Методические рекомендации по составлению презентаций**

Мультимедийные презентации - это сочетание самых разнообразных средств представления информации, объединенных в единую структуру. Чередование или комбинирование текста, графики, видео и звукового ряда позволяют донести информацию в максимально наглядной и легко воспринимаемой форме, акцентировать внимание на значимых моментах излагаемой информации, создавать наглядные эффектные образы в виде схем, диаграмм, графических композиций и т. п.

Мультимедийные презентации обеспечивают  наглядность, способствующую комплексному восприятию  материала,  изменяют скорость подачи материала, облегчают показ  фотографий, рисунков, графиков, географических карт, исторических или труднодоступных материалов. Кроме того, при использовании анимации и вставок видеофрагментов возможно продемонстрировать динамичные процессы. Преимущество  мультимедийных презентаций - проигрывание аудиофайлов, что обеспечивает эффективность восприятия информации: излагаемый материал подкрепляется зрительными образами и воспринимается на уровне ощущений.

*Требования к формированию компьютерной презентации.*

Компьютерная презентация должна содержать начальный и конечный слайды;

структура компьютерной презентации должна включать оглавление, основную и резюмирующую части;

каждый слайд должен быть логически связан с предыдущим и последующим;

слайды должны содержать минимум текста (на каждом не более 10 строк);

необходимо использовать графический материал (включая картинки), сопровождающий текст (это позволит разнообразить представляемый материал и обогатить доклад выступающего студента);

компьютерная презентация может сопровождаться анимацией, что позволит повысить эффект от представления доклада (но акцент только на анимацию недопустим, т.к. злоупотребление им на слайдах может привести к потере зрительного и смыслового контакта со слушателями);

время выступления должно быть соотнесено с количеством слайдов из расчета, что компьютерная презентация, включающая 10— 15 слайдов, требует для выступления около 7—10 минут.

Подготовленные для представления доклады должны отвечать следующим требованиям:

цель доклада должна быть сформулирована в начале выступления;

выступающий должен хорошо знать материал по теме своего выступления, быстро и свободно ориентироваться в нем;

недопустимо читать текст со слайдов или повторять наизусть то, что показано на слайде;

речь докладчика должна быть четкой, умеренного темпа;

докладчику во время выступления разрешается держать в руках листок с тезисами свое­го выступления, в который он имеет право заглядывать;

докладчик должен иметь зрительный контакт с аудиторией;

после выступления докладчик должен оперативно и по существу отвечать на все вопросы аудитории.

*Оценивание презентации.*

Оцениванию подвергаются все этапы презентации:

собственно компьютерная презентация, т.е. ее содержание и оформление;

доклад;

 ответы на вопросы аудитории.

**ЛИТЕРАТУРА**

Основные источники:

Эрдеди А.А. Эрдеди И. А. Теоретическая механика. Сопротивление материалов: Учебник для студентов СПО – 3-е издание, испр и доп. - М.: Издательский центр «Академия», 2007 – 320 с.

Эрдеди А.А. Эрдеди И. А. Детали машин: Учебник для студентов СПО – 3-е издание, испр и доп. - М.: Издательский центр «Академия», 2003 – 288 с.

Дополнительные источники:

Аркуша, А.И. М.И. Фролов. Техническая механика: Учебное пособие для техникумов − М.: Высш. шк., 2005. − 446 с.: ил.

Олофинская В.П. Техническая механика: Курс лекций с вариантами практических и тестовых заданий: учеб.пособие.-М.:Форум: Инфра-М, 2007. - 349с. (Профессиональное образование)

Олофинская В.П. Техническая механика: Сборник текстовых заданий. Учебное пособие для студентов СПО.  
Вереина Л.И. Техническая механика: Учебное пособие для СПО.  
Медведев Н.Н. Краткий курс лекций по теоретической механике.