КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

По дисциплине «Сопротивление материалов»

**Расчёт на прочность, стойкость и устойчивость элементов**

Объектами расчета являются стержни, балки.

Цели работы: практический расчет на прочность и жесткость элементов конструкции, работающих на растяжение и сжатие, изгиб. В процессе работы из условия прочности и жесткости определяются требуемые размеры различных вариантов поперечного сечения элементов конструкций и выбираются наиболее рациональные с точки зрения минимального веса поперечного сечения.

**Содержание**

Введение

Задача 1. Расчет статически не определимых систем, работающих на растяжение сжатие

Задача 2. Определение геометрических характеристик поперечного сечения бруса

Задача 3. Расчет на прочность и жесткость статических определимых балок при плоском изгибе

Задача 4. Расчет на прочность и жесткость статических определимых балок при плоском изгибе

Задача 5. Расчет на прочность и жесткость статических определимых балок при плоском изгибе

**Введение**

Все твердые тела в той или иной мере обладают свойствами прочности и жесткости, то есть, способны в определенных пределах воспринимать воздействие внешних сил без разрушения и без существенного изменения геометрических размеров.

Сопротивление материалов, с одной стороны, - наука о прочности и жесткости элементов конструкции. Методами сопротивления материалов ведутся практические расчеты и определяются необходимые, надежные размеры деталей машин и различных строительных сооружений. С другой стороны сопротивление материалов – вводная учебная дисциплина, дающая основы расчета на прочность.

Основные положения сопротивления материалов опираются на законы и теоремы общей механики и в первую очередь на законы статики, без знаний которых изучение курса сопротивления материалов бессмысленно.

Задача сопротивления материалов заключается не только в том, чтобы выявить внутренние особенности изучаемых объектов, но также и в том, чтобы в дальнейшем можно было дать полученным закономерностям правильное толкование при оценке работоспособности и практической пригодности рассматриваемой конструкции. В математической теории упругости этот вопрос совершено не затрагивается.

Методы сопротивления материалов не остаются постоянными. Они изменяются с возникновением новых задач и новых требований практики. При внедрении инженерных расчетов методы сопротивления материалов следует применять творчески и помнить, что успех практического расчета лежит не столько применение сложного математического аппарата, сколько в умение вникать в существо исследуемого объекта, найти наиболее удачное упрощение предложения и довести расчет до окончательного числового результата.

**Задача №1**

**Расчёт статически неопределимых систем, работающих на растяжение и сжатие**

**Цель:** из условий прочности и жесткости подобрать безопасные диаметры ступеней жестко защемленного стержня переменного сечения, нагруженного сосредоточенными силами.

**Дано:**

Р1= 8Кн.

Р2= 6 Кн.

Р3= 6 Кн.



ℓ1= 0,6 м.

ℓ2= 0,8 м.

ℓ3 0,4 м.

ℓ4= 0,5 м.



GТ=140 мПа.

Е=1.0105 мПа.



Порядок расчета:

1. Вычертить в масштабе расчетную схему.

2. Раскрыть статическую неопределимость стержня.

3. Составить уравнение совместности деформации.

4. Вычислить нормальные силы Ni и построить их эпюру.

5. Вычислить приведенные нормальные напряжения σi и построить их эпюру.

6. Вычислить диаметр стержня dпр из условия прочности.

7. Определить F стержня.

8. Определить напряжения σi.

9.Найти величину продольной деформации на каждом участке и построить эпюру перемещений.

2. Раскрываем статическую неопределимость стержня

∑Z=0, -RA+8+6+6 =0

ССИ=3-1=2.

3. Составим уравнение совместимости деформации.

Δℓ1+Δℓ2+Δℓ3+Δℓ4=U(4) – расписываем по закону Гука.



4. Вычислим нормальные силы Ni.

Для чего составим совместное решение уравнение статики и динамики:

RA=x-8-6-6=x-20

N1= RA=x-20

N2= RA-8=x-28

N3= RA-8-6=x-34

N4= RA-8-6-6=x-40

Тогда УСД:



RA=9,6 кН

N1=9,6 кН

N2=1,6 кН

N3=-4,4 кН

N4=-10,4 кН



5. Вычислим приведенные нормальные напряжения.



6. Определяем диаметр из условия прочности.



7. Определяем площадь поперечного сечения стержня.



8. Определяем напряжение.



9. Найдем смешение сечений.



**Задача №2**

**Определение геометрических характеристик поперечного сечения бруса**

**Цель:** определить основные моменты сопротивления (при изгибе) составного поперечного сечения с одной осью симметрии.

**Дано:**

К1 = 3

К2 = 3

в = 3

h = 3

**Порядок расчета:**

1. Вычертить в масштабе поперечное сечение
2. Разбить сечение на элементарные части и пронумеровать их. Вычислить главные моменты инерции поперечного сечения Yxo, Yyo
3. Выбрать вспомогательную ось и вычислить относительно этой оси расстояние до центра тяжести сечения Ус.
4. Определяем главные моменты инерции заданного сечения бруса относительно главных центральных осей
5. Вычислить моменты сопротивления при изгибе

1. Вычерчиваем в масштабе поперечное сечение бруса

2. Разбиваем сечение на элементарные части и пронумеровываем их.

3. Определяем центр тяжести заданного сечения:



4. Определяем главные моменты инерции заданного сечения бруса относительно главных центральных осей

**оси Х**

, где



**оси У**



5. Определяем моменты сопротивления при изгибе



**Задача №3**

**Расчёт на прочность и жёсткость статически определимых балок при плоском изгибе**

**Цель:** Построить эпюры поперечных сил Q и М изгибающего момента балки. Из условия прочности по нормальным напряжениям подобрать для балки двутавровое, круглое, кольцевое (d/D=0,8), прямоугольное (h/b=2). Сравнить веса балок с подобранными поперечными сечениями.

**Дано:**

М=80 кНм

q=20 кНм

P=30 кНм

Материал Сталь 3

мПа



мПа



1. Находим реакции опор.



Проверка.



2. Составим математические выражения для поперечной силы Q и изгибающего момента М на каждом участке и вычислим их значения.

I участок.



II участок.



III участок.



3. Подбираем сечения из условия прочности.



1. Прямоугольное сечение:



2. Круглое сечение:



3. Кольцевое сечение:



4. Двутавровое сечение:

Выбираем двутавр № 33 с Wx=597 мм3.



F=53,8 мм2.

5. Сравниваем веса балок с подобранным поперечным сечениями:

Так как балки имеют одинаковую длину т материал, то сравнение весов аналогично сравнению поперечного сечения.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | F1, мм2. | F2, мм2. | F3, мм2. | F4, мм2. |
| Fi, мм2. | 16543 | 23223 | 70650 | 53800 |
|  | 1 | 1,4 | 4,2 | 3,2 |

Наиболее экономичным является прямоугольное поперечное сечение , так как меньше по сравнению с остальными поперечными сечениями



**Задача №4**

**Расчёт на прочность и жёсткость статически определимых балок при плоском изгибе**

**Цель:** Построить эпюры поперечных сил Qи М изгибающего момента балки. Из условия прочности по нормальным напряжениям подобрать для балки двутавровое поперечное сечение.

**Дано:**

Р=30 кН

М=80 кНм

q=20 кН/м

Материал Сталь 3

мПа



мПа



В данном случае удобнее рассматривать силы действующие справа от сечения, тогда опорные реакции в выражениях Qy и Mx не войдут, и для построения эпюр Qy и Mx отпадает необходимость в определении реакции.

1. Составим математические выражения для поперечной силы Q и изгибающего момента М на каждом участке и вычислим их значения.

I участок.



II участок.



3. Подбираем сечения из условия прочности.



Двутавровое сечение:

Выбираем двутавр №60 с Wx=2800х103 мм3.



Из условий прочности по касательным напряжениям проверяем размеры двутавра:



Вывод: балка с двутавровым сечением №60 соответствует условию прочности по касательным напряжениям.

**Задача №5**

**Расчёт на прочность и жёсткость статически определимых балок при плоском изгибе**

**Цель:** Построить эпюры поперечных сил Q и М изгибающего момента балки. Из условия прочности по нормальным напряжениям подобрать для балки двутавровое поперечное сечение.

**Дано:**

М=60 кНм

q=15 кН/м

Материал Сталь 3

мПа



мПа



1. Находим реакции опор.



Проверка.



2. Составим математические выражения для поперечной силы Q и изгибающего момента М на каждом участке и вычислим их значения.

I участок.



II участок.



3. Подбираем сечения из условия прочности.



Двутавровое сечение:

Выбираем двутавр №18 с Wx=1430х103 мм3.



Определяем перемещение балок при изгибе методом начальных параметров по формуле



При z=6



При z=2



Определяем угол поворота по формуле



Определяем прогиб балки по формуле

При Уz=2



При Уz=6



Следовательно, условие выполняется