Министерство образования Российской Федерации

Санкт-Петербургский государственный горный институт

имени Г.В. Плеханова

(технический университет)

Кафедра механики

###### РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

###### По дисциплине

###### Cопротивление материалов

Тема

Построение эпюр поперечных сил, изгибающих моментов и

выбор сечений балок

##### Автор: студент гр. ИЗ-01

##### Кочетова Т.А

ПРОВЕРИЛ

##### Преподаватель доцент

##### Зарецкий-Феоктистов Г. Г

## Санкт-Петербург 2002г.

Задача 1

Построить эпюры Q и M для консольной балки при P1=20кН; М1=25кН·м; q1=10кН/м (рис.1) и подобрать диаметр балки круглого поперечного сечения из дерева;



Решение

Построение эпюр Q и М для консольных балок можно произвести, не вычисляя реакций.

Если рассечь балку в любом сечении и рассматривать часть балки между сечением и свободным концом, то в выражениях для Q и М войдут только приложенные к балке известные нагрузки.

Балка имеет три грузовых участка с длинами 3,2, 4. Начало координат расположим в центре тяжести крайнего левого сечения, ось Y направим вертикально вверх, ось X – вправо. Рассечем балку в пределах каждого грузового участка сечениями, расположенными на расстояниях x1, x2, х3 от начала координат.

Первый участок характеризуется изменением абсциссы x в пределах 0≤x≤3.

Поперечная сила на первом участке постоянна: Q1=Р=20кН.

Изгибающий момент на первом участке ;



M1=-60кНм при х1=0; M1=0 при х1=3м.

На втором участке абсцисса х изменяется в пределах 3≤х2≤5.

Здесь поперечная сила Q2=0; изгибающий момент М2=М=25кНм.

На третьем участке абсцисса х изменяется в пределах 5≤х3≤9.

Здесь поперечная сила

Q3=-q(х3-5); Q3=0 при х3=5м; Q3=-40кН при х3=9м

Изгибающий момент на третьем участке



при х3=5м М3=25кНм; при х3=9м М3=-55кНм.

Абсолютная величина максимального изгибающего момента равна 60кНм (см. рис. 1). Тогда момент сопротивления



Момент сопротивления круглого поперечного сечения относительно центральной оси



тогда необходимый диаметр балки



консольный балка поперечный ось

Y

q

M

0

4

2

3

P

x

20

Q

-40

25

Mz

-55

-60

Рисунок 1

Задача 2

Построить эпюры Q и М для балки из дерева при q2=5кН/м; P2=10кН; M2=35кНм (рис.2) и подобрать размеры балки прямоугольного поперечного сечения с отношением высоты к ширине h/b=3;



Решение

Для определения Q и М в любом сечении балки необходимо знать все внешние силы, действующие на балку, т. е. приложенные нагрузки и опорные реакции RA и RB.

Расположим начало координат в центре тяжести крайнего левого сечения, в точке А, ось Y направим вертикально вверх, а ось Х – горизонтально вправо (по оси балки).

На шарнирно-неподвижной опоре А неизвестную по величине и направлению реакцию заменим двумя составляющими: RA – вертикальной, перпендикулярной оси балки, и ХА – горизонтальной, направленной по оси Х. На шарнирно-подвижной опоре В реакция RB направлена перпендикулярно оси балки.

Составляем следующую систему уравнений статики:



Решив ее при заданных исходных данных, получим



Для проверки составим еще одно уравнение статики, сумму проекций всех сил на ось Y



Следовательно, реакции определены верно.

Для построения эпюр Q и М необходимо определить поперечные силы и изгибающие моменты. Данная балка имеет два грузовых участка, границами которых являются опорные сечения и сечение, где приложена сосредоточенная сила Р. Чтобы составить уравнения Q и М, для каждого участка проводим произвольные сечения на расстоянии х от начала координат.

В качестве первого участка рассмотрим ту часть балки, на которую действует рассредоточенная сила q. На нем абсцисса х изменяется в пределах 0≤х1≤4.

Здесь Q1=RA-qx1; Q1=55/9кН при х1=0; Q1=-125/9кН при х1=4м.

Уравнение моментов имеет вид



при х1=0 М1=0;

при х1=4м М1=-140/9кНм.

Для уточнения вида эпюры М на первом участке необходимо определить экстремальное значение М в сечении, где Q=0. Абсцисса этого сечения может быть вычислена из уравнения

Q1=RA-qx=0.

Таким образом

м.



Подставив это значение в выражение М1=RAx-qx2/2, найдем Мmax=605/162=3,7кНм.

На втором участке абсцисса х меняется в пределах 4≤х2≤9. На этом участке Q2=const и Q2=RA+P-4q=55/9+10-20=-35/9. Уравнение моментов на этом участке имеет вид

при х2=4м М2=55/9·4+4·5·2=-140/9кНм;



при х2=9м М2=55/9·9+10·5-4·5·7=-35кНм.

Абсолютная величина максимального изгибающего момента

Мmax=35кНм.

Величина момента сопротивления

.



Момент сопротивления прямоугольника относительно нейтральной оси

, откуда ;



Y

RA

M

RB

q

B

A

x

P

5

4



Q









Mz



-35

Рисунок 2.

Задача 3

Построить эпюры Q и М для балки из стали при q2=5кН/м; P2=10кН; M2=35кНм (рис.3) и подобрать номер двутавра;



Решение

Определяем опорные реакции. Так как приложенные нагрузки вертикальны, реакция ХА=0.

Для вычисления реакции RА составляем сумму моментов всех сил относительно точки В



Решая это уравнение относительно RA и подставляя значения входящих в него величин, получим



Отрицательный знак реакции RA показывает, что выбранное направление неверно и его следует изменить на противоположное.

Для вычисления реакции RB составляем сумму моментов всех сил относительно очки А



Подставляя в это уравнение исходные данные, и решая его относительно RB, получим

.



Для проверки правильности вычисления реакций составим сумму проекций всех сил на вертикальную ось Y:



Таким образом, реакции определены правильно.

Для определения поперечных сил и изгибающих моментов выделяем четыре грузовых участка и нумеруем их слева направо. Для составления уравнений Q и М необходимо в пределах каждого участка провести произвольное сечение и рассматривать часть балки по одну сторону от сечения. При этом для первого и второго участков проще рассматривать часть балки слева от сечения, для третьего и четвертого – справа от сечения. В соответствии с этим абсциссу для первого и второго участков будем отсчитывать от точки А, для третьего и четвертого – от точки С.

q

RB

Y

RA

A

C

2

2

2

3

B

P

10

Q







Mz



-35



-45

Рисунок 3.

Из рисунка 3 видно, что Мmax=45кНм.

Вычисляю момент сопротивления

