РГР № 1

Задача

         Для балки по схеме №…. с нагрузкой в пролете по схеме №…. и при числовых значениях размеров балки и нагрузок по строке №…. таблицы требуется:

         1.Построить эпюры изгибающих моментов и поперечных сил от заданных нормативных нагрузок.

         2.Подобрать сечение балки в виде стального прокатного двутавра по методу предельных состояний, приняв коэффициент надежности по нагрузке равным γf=1,2. Расчетное сопротивление стали по пределу текучести *R*= 210 МПа, коэффициент условий работы γс = 1.

         3.Определить с помощью метода начальных параметров значения прогибов v и углов поворота φ поперечных сечений в характерных сечениях   балки от нормативных нагрузок. По полученным значениям построить эпюры v и φ, указав их особенности (экстремумы, скачки, изломы и точки перегиба). Определить числовые значения прогибов в сантиметрах  и углов поворота сечений в радианах, приняв модуль упругости стали *Е*=2,1·105 МПа.

         4.Определить с помощью метода Мора величины прогибов и углов поворота  в характерных сечениях балки. Сравнить результаты расчета, полученные двумя методами.

                                                                                                              Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | ***a*, м** | ***b*, м** | ***c*, м** | ***Р1*, кН** | ***Р2*, кН** | ***q1*, кН/м** | ***q2*, кН/м** | ***m*, кН·м** |
| **6** | 1,4 | 2,2 | 1,4 | 16 | 12 | 10 | 32 | 12 |

Схема балки:



Схема нагрузки в полете:



Методические указания к решению задачи

         При выполнении расчетно-графической работы следует построить эпюры поперечных сил Q и изгибающих моментов М от действия нормативных нагрузок и  с использование формулы *Wz* > *Мрасч*/γс*R*, где *Мрасч*=*Мнб*γf - расчетный изгибающий момент, подобрать сечение в виде стального прокатного двутавра.

         Для определения прогибов и углов поворота сечений необходимо записать уравнение метода начальных параметров в виде:





Продифференцировав уравнение изогнутой оси можно записать выражение для углов поворота φ(x).

         Статические начальные параметры *M0*и *Q0*в статически определимых балках определяются на основании статического расчета.

         Кинематические начальные параметры v0 , φ0 и скачки  углов поворота сечений в промежуточных шарнирах  Δφ определяются из граничных условий на опорах балки.

         Для балок по схемам №№1,2,4,9  v0 = 0, а φ0 определяется из условия равенства нулю прогиба при x = *l*.

         Для балок по схемам №№3,5,6,7,8,10,11 начальные параметры находятся из условий равенства нулю прогибы при  *x = c* и  *x = c+l*.

         Для балок по схемам №№12,14,15 v0 = 0, φ0= 0, а скачок Δφ в углах поворота в промежуточном шарнире определяется из условия v = 0 при  *x=a+l*.

         Для балки схемы №13 v0 = 0, а φ0 и Δφ  следует определить из условий равенства  нулю прогиба и угла поворота сечения при  *x*= *l+a*.

Для балки схемы №№16 v0 = 0, φ0= 0, а скачки Δφ  в углах поворота в промежуточных шарнирах определяется из условий v = 0 φ=0 при  *x=2с+l*.

         Эпюры прогибов и углов поворота строятся по вычисленным значениям в характерных сечениях, к которым относятся границы участков балки. Для уточнения эпюр следует взять промежуточные точки.

         При графическом оформлении расчетно-графической работы на листе формата А4 должна быть показана схема балки с геометрическими размерами и заданной нормативной нагрузкой. Под схемой балки необходимо построить в масштабе эпюры поперечных сил *Q*в кН, изгибающих моментов *М*в кНм, эпюры прогибов в см и  углов поворота в радианах. На эпюрах прогибов и углов поворота следует отметить экстремумы, точки перегиба (смены знака кривизны), , а также точки излома изогнутой оси и скачки углов поворота.

При решении задачи методом Мора необходимо изобразить:

- схему балки с геометрическими размерами и заданной нормативной        нагрузкой;

-         эпюру изгибающих моментов *М*от заданной нормативной нагрузки,

-         схему балки с единичным воздействием, приложенным в точке, где необходимо определить прогиб или угол поворота;

-         эпюру изгибающих моментов от единичного воздействия.

На участке с распределенной нагрузкой эпюру изгибающих моментов следует разбить на простые фигуры, у которых известны площадь и положение центра тяжести, и показать их на чертеже.

         Сравнение результатов решения задачи по методу начальных параметров и методу Мора проводится в табличной форме.

РГР № 2

Задача № 1

         Для внецентренно сжатого короткого стержня с заданным поперечным сечением и точкой приложения силы требуется:

         1.Определить  площадь  поперечного  сечения  и  положение  центра

тяжести;

         2.Определить моменты инерции и радиусы инерции относительно главных центральных осей;

         3.Определить положение нулевой линии;

         4.Определить грузоподъемность колонны (величину наибольшей сжимающей силы) из условия прочности по методу предельных состояний, приняв расчетные сопротивления материала при растяжении *Rр*= 1 МПа, при сжатии *Rс*= 5 МПа, коэффициент условий работы γс = 1;

         5.Построить эпюру нормальных напряжений в поперечном сечении от действия найденной расчетной силы;

         6.Построить эпюру напряжений в основании стержня с учетом его собственного веса. Высота стержня - *H*, объемный вес материала - γ;

         7.Построить контур ядра сечения.

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| ***a*, см** | 5,0 | 5,5 | 6,0 | 6,5 | 7,0 | 7,5 | 8,0 | 8,5 | 9,0 | 9,5 |
| ***Н*, м** | 2,0 | 2,2 | 2,6 | 3,0 | 3,2 | 3,6 | 4,0 | 4,4 | 4,8 | 5,0 |
| **γ, кН/м3** | 16,0 | 16,% | 17,0 | 17,5 | 18,0 | 18,5 | 19,0 | 19,5 | 20,0 | 20,5 |
| **№ точки** | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|   |
| **№** | **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** | **20** |
| ***a*, см** | 10,0 | 10,5 | 6,5 | 7,0 | 7,5 | 8,0 | 8,5 | 9,0 | 9,5 | 10,0 |
| ***Н*, м** | 5,2 | 5,5 | 2,8 | 3,2 | 3,4 | 3,8 | 4,2 | 4,4 | 5,0 | 5,2 |
| **γ, кН/м3** | 21,0 | 21,5 | 18,0 | 18,6 | 19,2 | 19,6 | 20,2 | 20,5 | 21,0 | 22,0 |
| **№ точки** | 5 | 6 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 2 |

Задача № 2

         Для балки, нагруженной силами, лежащими  в плоскости, наклоненной под углом αр к вертикальной оси, требуется:

         1.Построить эпюры изгибающих моментов и поперечных сил;

         2.Подобрать сечение балки из стального прокатного двутавра, приняв расчетное сопротивление стали *R*= 210 МПа, коэффициент условий работы γс = 0,9;

         3.Построить эпюру нормальных напряжений в опасном сечении балки и проверить прочность.

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** |
| ***l*, м** | 3,0 | 2,8 | 2,6 | 2,4 | 3,2 | 3,4 | 2,8 | 2,6 | 2,6 | 2,4 | 2,2 | 2,8 |
| ***a*, м** | 1,2 | 1,2 | 1,1 | 1,0 | 1,4 | 1,5 | 0,9 | 0,9 | 1,2 | 0,9 | 0,8 | 1,0 |
| **αР, град.** | 4 | 5 | 10 | 5 | 6 | 3 | 7 | 5 | 8 | 4 | 10 | 9 |
| ***Р*, кН** | 10 | 9 | 12 | 17 | 16 | 15 | 14 | 18 | 10 | 19 | 18 | 17 |
| ***q*, кН/м** | 30 | 25 | 20 | 15 | 10 | 18 | 16 | 14 | 25 | 20 | 15 | 10 |



Схема поперечного сечения балки

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |

|  |
| --- |
|  |

 |



#  Методические указания к решению задач №1 и №2

         При решении задачи №1 следует на листе формата А4 начертить сечение внецентренно сжатого стержня с указанием его геометрических размеров, точки приложения силы и определить положение центра тяжести и главных центральных осей *Оz*, *Оy*, одна из которых является осью симметрии сечения.

         Нулевая линия строится по отрезкам, отсекаемым на осях *z*,*y*:



         При определении величины наибольшей сжимающей силы необходимо найти точки с наибольшими растягивающими (точка *А*) и наибольшими сжимающими (точка *B*) напряжениями. Для этого надо провести две касательные к контуру поперечного сечения параллельные нулевой линии и найти по чертежу координаты точек касания *А*и *B*.

Из условий прочности σ*A*≤ γc*Rр*; σ*B*≤ γc*Rсж*следует выбрать наименьшее по абсолютной величине значение расчетной силы *Р*и построить эпюру напряжений, вычислив значения напряжений в точках *А*и *B*поперечного сечения, например  по формуле



         При построении эпюры нормальных напряжений найденные значения напряжений откладываются от оси, проведенной перпендикулярно  к нулевой линии.

         В основании стержня надо построить эпюру нормальных напряжений с учетом собственного веса стержня σс.в. = - γ*H*, где γ - объемный вес материалы, *H*- высота стержня.

         Для построения  ядра сечения надо провести  ряд нулевых линий, касательных к контуру поперечного сечения  и по формулам



определить координаты точек, лежащих на контуре ядра сечения, которые  в зависимости от контура поперечного сечения соединяются прямыми или кривыми линиями.

         При решении задачи №2 следует построить эпюру суммарных изгибающих моментов  *М*и определить наибольшее значение изгибающего момента *Мнб*.

         Подбор сечения  балки производится из условия прочности при косом изгибе





где αр - угол наклона силовой плоскости к оси *Оy*.

         После подбора сечения балки из стального прокатного двутавра, необходимо определить угол наклона нулевой линии к горизонтальной главной оси *Оz*по формуле



Наибольшие растягивающие и сжимающие напряжения возникают в опасном сечении балки в точках, наиболее удаленных от нулевой линии. Для определения положения этих точек и построения эпюры нормальных напряжений надо провести две касательные к контуру поперечного сечения, вычислить величины напряжений в указанных точках и  проверить прочность по формуле   σнб≤ γс*R*.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |

|  |
| --- |
|  |

 |