

a = 1,6 м b = 1,8 м c = 1,2м P1 = 16 кН P2 = 20 кН

q1 = 10 кН/м q2 = 22 КН/м M1 = 16 кНм M2 = 32 кНм

**Задача №1 Определение перемещений в балках при прямом изгибе**

Для балки по схеме при числовых значениях нагрузок и размеров (см выше) требуется:

• построить эпюры поперечных сил *Q* и изгибающих моментов *M*;

• подобрать сечение балки в виде стального прокатного двутавра из условия прочности по методу предельных состояний. Заданную нагрузку считать нормативной. В расчётах принять коэффициент надёжности по нагрузке , коэффициент условий работы , расчётное сопротивление стали по пределу текучести *R* = 210 МПа = 21 кН/см2; 2,1=γ*f* 0,1=γ*c*

• определить с помощью метода начальных параметров значения прогибов *ν* и углов поворота φ поперечных сечений в характерных точках по длине балки;

• определить с помощью метода Мора значения кинематических начальных параметров *ν*0 и φ0 и скачков Δφ, а также значения *ν* и φ в некоторых сечениях балки;

• построить эпюры *ν* и φ, указав их особенности (точки максимума и мини-мума, скачки, изломы и точки перегиба). Определить числовые значения наибольших прогиба и угла поворота, приняв модуль упругости стали *R* = 2,1⋅105 МПа = 2,1⋅104 кН/см2.

**Задача №2 Внецентренное сжатие короткого стержня**

Для внецентренно сжатого короткого стержня с заданным поперечным се-чением по схеме № с геометрическими размерами и точкой приложения силы требуется:

• определить площадь поперечного сечения и положение центра тяжести;

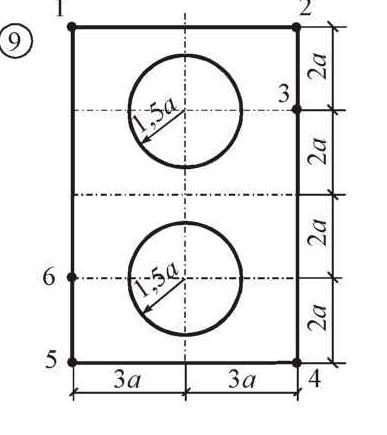
• определить моменты и радиусы инерции относительно главных цен-тральных осей;

• определить положение нулевой линии;

• определить величину наибольшей расчётной сжимающей силы из условий прочности по методу предельных состояний, приняв расчётные сопротив-ления материала при растяжении *R*р = 1 МПа = 0,1 кН/см2, при сжатии *R*c = 5 МПа = 0,5 кН/см2, коэффициент условий работы γс = 1;

• построить эпюру нормальных напряжений в поперечном сечении стержня;

• построить ядро сечения.



а = 10,5 см Точка приложения силы – 1

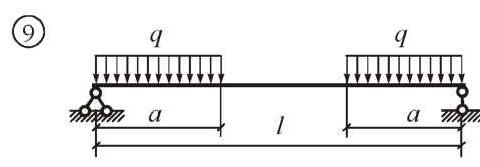
**Задача № 3 Плоский косой изгиб**

Для двутавровой балки по схеме, находящейся под действием поперечной нагрузки в плоскости, наклонённой под углом α*Р* к вертикальной оси при заданных значениях геометрических размеров и расчётных значениях нагрузок требуется:

• построить эпюру изгибающих моментов;

• подобрать сечение балки из стального прокатного двутавра, приняв рас-чётное сопротивление стали *R* = 210 МПа = 21 кН/см2, коэффициент условий работы γс = 0,9;

• построить эпюру нормальных напряжений в опасном сечении балки и про-верить прочность.



l = 2 , a = 0,8 м, αР = 5 градусов, Р = 32кН, q = 40 кН/м

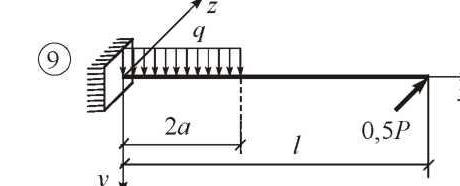
**Задача № 4 Пространственный косой изгиб**

Для деревянной балки прямоугольного сечения, находящейся под действием нагрузок в вертикальной и горизонтальной плоскостях, при заданных значениях геометрических размеров и расчётных значениях нагрузок по требуется:

• построить эпюры изгибающих моментов от вертикальной и горизонтальной нагрузок и определить положение опасных сечений;

• определить размеры поперечного сечения балки при заданном соотношении сторон *h/b* прямоугольника, приняв расчётное сопротивление дерева *R =* 13 МПа = 1,3 кН/см2, коэффициент условий работы γс = 1;

• построить эпюру нормальных напряжений в опасном сечении балки и проверить прочность.

 (ось у – вниз)

l = 1,6 м, a = 0,5 м, Р = 12 кН, q = 16 кН/м, h/b = 1,3

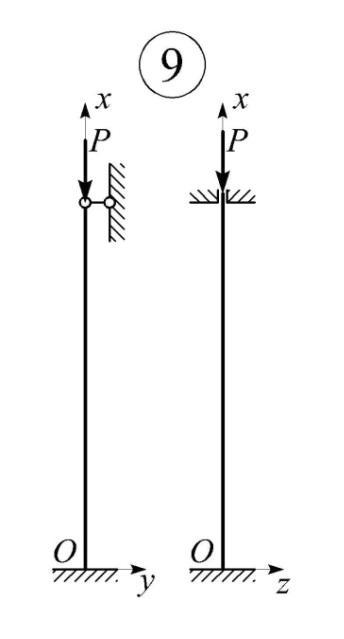
**Задача №5 Подбор поперечного сечения сжатого гибкого стержня**

Для сжатого стержня при заданных длины стержня *l* и нормативном значении сжимающей силы *Р*н требуется:

• подобрать сечение в виде двутавра из условия устойчивости стержня в двух главных плоскостях *Оху* и *Oxz.* Условия закрепления стержня в этих плоскостях являются различными. Коэффициенты условий работы и надежности по нагрузке соответственно равны: *γс* = 1,0, *γf* = 1,2. Материал стержня – малоуглеродистая сталь с пределом текучести σт = 230 МПа, расчетным сопротивлением *R =* 200 МПа и пределом пропорциональности σпц = 200 МПа.

• определить величину критической силы и коэффициент запаса устойчивости. Модуль упругости стали принять равным *Е* = 2,1·105 МПа.

l = 6,6 м Рн = 430 кН



**Задача № 6 Трехмерное напряженное состояние**

При заданных компонентах тензора напряжений в окрестности точки тела требуется:

• изобразить на гранях элементарного параллелепипеда, выделенного в окрестности рассматриваемой точки тела, заданные напряжения;

• вычислить инварианты тензора напряжений, величины главных напряже-ний и проверить правильность вычислений;

• определить величины направляющих косинусов нормалей к трем главным площадкам и проверить условия их ортогональности;

• построить на чертеже единичные векторы нормалей к главным площадкам и показать главные напряжения;

• определить наибольшее по абсолютной величине касательное напряжение;

• определить линейные ε*x*, ε*y*, ε*z*, угловые γ*xy*, γ*yz*, γ*zx* и объемную деформации, приняв модуль упругости стали *Е* =2,1∙105 МПа, коэффициент Пуассона ν = 0,3 (модуль сдвига *G* = 0,8∙105 МПа);

• показать на рисунке примерное деформированное состояние элементарно-го параллелепипеда отдельно для линейных ε*x*, ε*y*, ε*z* и каждой из угловых деформаций γ*xy*, γ*yz*, γ*zx*;

• определить полную удельную потенциальную энергию деформации и энергию изменения формы в окрестности рассматриваемой точки тела;

• проверить прочность тела в окрестности рассматриваемой точки по энер-гетической теории прочности, приняв расчетное сопротивление стали *R* = 210 МПа и коэффициент условий работы γс = 0,9.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Напряжения, МПа | | | | | |
| σх | σу | τху | σz | τyz | τzx |

-70 80 -20 60 -70 50

**Задача № 7 Плоское напряженное состояние**

При заданных компонентах тензора напряжений в окрестности точки тела при σ*z* = τ*yz* = τ*zx* = 0 и по строке № \_\_\_ для σ*х*, строке № \_\_\_ для σ*у*, строке №\_\_\_ для τ*ху* таблицы 6 требуется:

• изобразить на гранях элементарного параллелепипеда, выделенного в окрестности рассматриваемой точки, заданные напряжения;

• определить величины главных напряжений, углы наклона нормалей к главным площадкам и проверить правильность вычислений. Показать на рисунке главные площадки и главные напряжения;

• определить величину наибольших касательных напряжений и показать на рисунке площадки, на которых они действуют. Определить нормальные напряжения на этих площадках;

• определить нормальные и касательные напряжения на взаимно перпенди-кулярных площадках с нормалями ν и *t*, составляющими угол =15° с осями *Ох* и *Оу*, и показать их на рисунке; α

• определить найденные выше значения напряжений и углы наклона норма-лей к площадкам, на которых они действуют, графически с помощью круга Мора и сравнить полученные результаты с результатами аналитического расчета;

• определить линейные ε*x*, ε*y*, ε*z*, угловую γ*ху* и объемную деформации, приняв модуль упругости стали *Е* = 2,1∙105 МПа, коэффициент Пуассона ν = 0,3;

• показать на рисунках примерное деформированное состояние элементар-ного параллелепипеда отдельно для линейных ε*x*, ε*y*, εz и угловой деформа-ции γ*ху*;

• определить полную удельную потенциальную энергию деформации и энергию изменения формы в окрестности рассматриваемой точки тела;

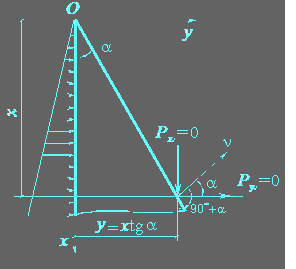
• проверить прочность тела в окрестности рассматриваемой точки по энер-гетической теории прочности, приняв расчетное сопротивление стали *R* = 210 МПа и коэффициент условий работы γ*с* = 0,9.

σх = -60, σу = 90, τху = 25

**Задача №8 Расчет плотины треугольного профиля**

Для плотины треугольного поперечного сечения (рис.7) при заданном значении угла и для сечения, находящегося на расстоянии от вершины, определить напряжения по формулам теории упругости и формулам сопротивления материалов. ,/103мкН=γ α 1γ *x yxyx*τσσ,,

|  |
| --- |
| Построить эпюры напряжений и сравнить результаты двух решений. *Рис.7 Плотина треугольного поперечного*  *сечения* |



α = 52 градуса, γ1 = 30 кН/м3