**Расчетно-графическая работа №1**

**«Анализ напряженно-деформированного состояния в точке нагруженного тела»**

Дан тензор напряжений в точке нагруженного тела. Определить:

1. Изобразить графически исходный тензор напряжений;
2. Главные напряжения;
3. Направляющие косинусы, соответствующие главным площадкам;
4. Инварианты тензора напряжений. Сделать проверку правильности нахождения главных напряжений;
5. Шаровую и девиаторную части тензора напряжений;
6. Тензор деформаций;
7. Главные деформации;
8. Инварианты тензора деформаций;
9. Эквивалентные напряжения по классическим теориям прочности.

Во всех вариантах принять

E=2·1011 Па, μ=0.3.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | σx, МПа | σy, МПа | σz, МПа | τxy, МПа | τxz, МПа | τzy, МПа |
| 1 | 60 | -80 | -130 | 230 | 0 | 10 |
| 2 | 50 | -200 | 150 | -100 | 100 | 50 |
| 3 | 50 | 200 | -150 | -100 | 50 | 50 |
| 4 | 50 | 100 | -150 | -100 | 50 | -80 |
| 5 | 50 | 200 | 150 | 200 | 0 | 100 |
| 6 | -60 | 80 | 120 | 60 | 60 | -120 |
| 7 | 60 | 180 | 120 | 60 | 120 | 60 |
| 8 | 70 | -210 | 70 | 105 | 140 | 0 |
| 9 | 70 | 210 | 140 | 140 | 140 | 70 |
| 10 | 50 | 150 | -100 | 100 | -50 | 20 |
| 11 | 10 | 80 | 100 | -110 | -60 | 20 |
| 12 | 20 | 50 | 90 | 10 | -60 | 10 |
| 13 | 30 | -60 | 80 | -20 | -20 | 20 |
| 14 | 40 | 70 | -70 | 30 | 40 | -30 |
| 15 | 50 | -80 | 60 | -80 | -30 | 40 |
| 16 | 60 | 90 | 50 | 100 | 30 | 50 |
| 17 | 70 | 100 | 0 | -110 | -25 | -10 |
| 18 | 80 | -50 | -10 | 120 | 25 | -20 |
| 19 | 90 | 20 | 0 | -10 | -30 | 40 |
| 20 | 100 | -10 | -50 | 70 | 15 | -50 |
| 21 | 10 | 20 | 30 | -90 | 30 | 60 |
| 22 | -10 | 80 | 100 | -40 | 50 | -30 |
| 23 | 20 | -80 | 90 | 90 | -60 | 20 |
| 24 | -10 | 80 | 80 | -60 | 50 | -50 |
| 25 | 20 | -80 | -70 | 10 | -60 | 20 |

**Справка по решению РГР**

1. Тензор напряжений записывается в виде

Его графическая интерпретация:



Если какая-либо компонента оказывается отрицательной, ее вектор меняет направление. Нулевые компоненты не отображаются.

1. Главные напряжения – нормальные напряжения, возникающие на главных площадках.

Главные площадки – площадки, на которых отсутствуют касательные напряжения.

1. Повороту до главных площадок от исходных соответствуют направляющие косинусы, которые являются собственными векторами тензора напряжений.

Рекомендуется для поиска главных напряжений и направляющих косинусов использовать внутренние функции программы.

Главные напряжения должны удовлетворять неравенству

1. Инварианты тензора напряжений – это величины, которые не изменяются при переходе к новой системе координат (в частности, при переходе от произвольных площадок к главным).
2. Среднее напряжение (гидростатическое давление) – напряжения всестороннего равномерного растяжения или сжатия.

Тензор напряжений, отвечающий такому напряженному состоянию называется Шаровым тензором. Он отвечает за изменение размеров тела.

Разность исходного тензора напряжений и шарового тензора называется Тензором Девиатором. Он отвечает за изменение формы тела.

1. Компоненты тензора напряжений и тензора деформаций связаны между собой законом Гука:

Или в матричной форме

Тензор деформаций записывается в виде

1. Главные деформации – продольные деформации, возникающие на главных площадках.

Главные площадки – площадки, на которых отсутствуют сдвиговые деформации.

Очевидно, что положения главных площадок не зависит от выбора метода их определения – через тензор напряжений или через тензор деформаций.

1. Инварианты тензора деформаций определяются аналогично инвариантам тензора напряжений:
2. К классическим гипотезам (теориям) прочности относятся первые 4:
3. Гипотеза максимальных нормальных напряжений:
4. Гипотеза максимальных продольных деформаций:
5. Гипотеза максимальных касательных напряжений
6. Гипотеза максимальной удельной энергии формоизменения

На сегодняшний день для большинства конструкционных материалов самой адекватной является гипотеза максимальной удельной энергии формоизменения.