

Таблиця 3.2

Спрямовувальні косинуси	$\sigma_1 = 48 \text{ МПа}$	$\sigma_2 = 32 \text{ МПа}$	$\sigma_3 = 0$
l_i	$-\frac{3}{4}$	$-\frac{\sqrt{3}}{4}$	$-\frac{1}{2}$
m_i	$-\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	0
n_i	$\frac{\sqrt{3}}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$

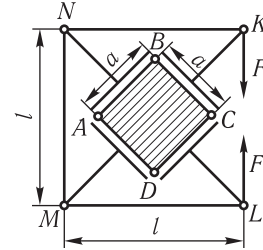


Рис. 3.8

3.23. Кубик перебуває в умовах рівномірного всебічного стискування у 20 ат (технічна атмосфера, 1 ат = 1 кг/см²). Його об'єм зменшується на 1/100 000. Знайти коефіцієнт Пуассона μ , якщо модуль пружності $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$.

Відповідь: $\mu = 0,33$.

3.24. Обчислити відносне пружне зменшення об'єму ε_V бетонного куба $ABCD$, стиснутого за допомогою шарнірного механізму зусиллями, що рівномірно розподілені на всіх чотирьох бокових гранях (рис. 3.8). Довжина ребра куба $a = 0,1 \text{ м}$. Модуль пружності сталі $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$, коефіцієнт Пуассона $\mu = 0,17$, границя пропорційності $\sigma_{\text{пл}} = 11 \text{ МПа}$. Сили, прикладені в точках K і L механізму, дорівнюють $F = 75 \text{ кН}$.

Відповідь: $\varepsilon_V = -7 \cdot 10^{-4}$.

3.5. Деформації. Узагальнений закон Гука

3.25*. Визначити деформації ε_1 , ε_2 і ε_3 сталевого куба, якщо на його гранях діють такі напруження: $\sigma_1 = 80 \text{ МПа}$; $\sigma_2 = 0$; $\sigma_3 = -40 \text{ МПа}$; модуль пружності сталі $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$, коефіцієнт Пуассона $\mu = 0,25$.

Відповідь: $\varepsilon_1 = 4,5 \cdot 10^{-4}$; $\varepsilon_2 = -5 \cdot 10^{-5}$; $\varepsilon_3 = -3 \cdot 10^{-4}$.

3.26*. Визначити показання тензومتра AB , який має базу $l = 25 \text{ мм}$ і коефіцієнт збільшення $k = 1000$, якщо сталевий зразок навантажений силою $F = 40 \text{ кН}$ (рис. 3.9).

Відповідь: $\Delta l = 45 \text{ мм}$.

3.27. Визначити силу F , якщо за тензометром C отримано лінійну деформацію $\varepsilon_C = 0,6 \cdot 10^{-4}$ (рис. 3.10). Яку деформацію в цьому разі вкаже тензометр B ? Матеріал — сталь, $A = 1500 \text{ мм}^2$, кут $\alpha = 60^\circ$.

Відповідь: $F = 144 \text{ кН}$; $\varepsilon_B = -0,7 \cdot 10^{-4}$.

3.28. На поверхні рівномірно розтягнутого бруса під кутом α до його осі нанесено відрізок AB завдовжки l . Визначити зміну довжини цього відрізка і кута γ між ним та перпендикулярним до нього напрямком CD , якщо напруження в поперечному перерізі бруса становлять $\sigma_0 = 100 \text{ МПа}$; $\alpha = 30^\circ$; $l = 0,1 \text{ м}$; $E = 10^5 \text{ МПа}$; $\mu = 0,2$.

Відповідь: $\Delta l = 7 \cdot 10^{-5} \text{ м}$; $\gamma = 1,04 \cdot 10^{-3}$.

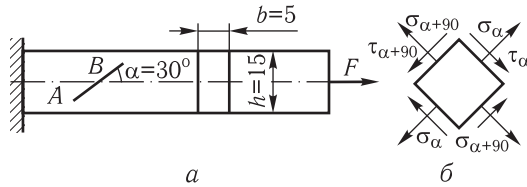


Рис. 3.9

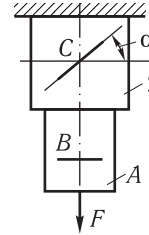


Рис. 3.10

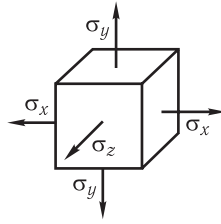


Рис. 3.11

3.29. В умовах плоского напруженого стану знайти головні напруження σ_1 і σ_3 , якщо відповідні деформації мають такі значення: $\epsilon_1 = 0,001$; $\epsilon_3 = -0,0005$. Відомо також, що модуль пружності $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, коефіцієнт Пуассона $\mu = 0,3$.

Відповідь: $\sigma_1 = 186,81$ МПа; $\sigma_2 = -43,96$ МПа.

3.30. Сталева квадратна пластинка перебуває в умовах плоского напруженого стану. Знайти напруження σ_x і σ_y , якщо деформація у відповідних напрямках дорівнює $\epsilon_x = 0,0008$, $\epsilon_y = -0,0005$. Модуль пружності $E = 2,1 \cdot 10^5$ МПа, коефіцієнт Пуассона $\mu = 0,3$.

Відповідь: $\sigma_x = 150$ МПа; $\sigma_y = -60$ МПа.

3.31. Відносні деформації сталевий квадратної пластинки дорівнюють: $\epsilon_x = 5,32 \cdot 10^{-4}$; $\epsilon_y = -1,82 \cdot 10^{-4}$; $\gamma_{xy} = 1,19 \cdot 10^{-3}$. Знайти головні напруження.

Відповідь: $\sigma_1 = 160$ МПа; $\sigma_3 = -60$ МПа.

3.32. Визначити найбільші за абсолютною величиною відносні деформації елемента, що перебуває в об'ємному напруженому стані (рис. 3.11), якщо модуль пружності $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, коефіцієнт Пуассона $\mu = 0,3$, за таких напружень: а) $\sigma_x = 30$ МПа, $\sigma_y = 40$ МПа, $\sigma_z = 50$ МПа; б) $\sigma_x = 30$ МПа, $\sigma_y = 40$ МПа, $\sigma_z = -50$ МПа; в) $\sigma_x = 30$ МПа, $\sigma_y = -40$ МПа, $\sigma_z = -50$ МПа.

Відповідь: а) $\epsilon_z = 1,45 \cdot 10^{-4}$; б) $\epsilon_z = -3,55 \cdot 10^{-4}$; в) $\epsilon_x = 2,85 \cdot 10^{-4}$.

3.33. Знайти головні деформації сталевий кубика, якщо на його гранях діють напруження $\sigma_1 = 100$ МПа, $\sigma_2 = 50$ МПа і $\sigma_3 = 0$. Модуль пружності $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, коефіцієнт Пуассона $\mu = 0,3$.

Відповідь: $\epsilon_1 = 4,25 \cdot 10^{-4}$; $\epsilon_2 = 1 \cdot 10^{-4}$; $\epsilon_3 = -2,25 \cdot 10^{-4}$.

3.34. На гранях мідного кубика діють напруження: $\sigma_1 = 60$ МПа, $\sigma_2 = 0$ і $\sigma_3 = -75$ МПа. Знайти головні деформації ϵ_1 , ϵ_2 і ϵ_3 та об'ємну деформацію ϵ_V , якщо модуль пружності $E = 1,1 \cdot 10^5$ МПа, коефіцієнт Пуассона $\mu = 0,33$.

Відповідь: $\epsilon_1 = 7,705 \cdot 10^{-4}$; $\epsilon_2 = 4,5 \cdot 10^{-5}$; $\epsilon_3 = -8,618 \cdot 10^{-4}$; $\epsilon_V = -4,636 \cdot 10^{-5}$.

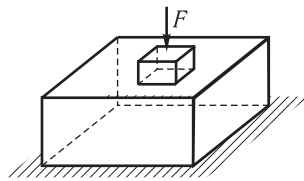


Рис. 3.12

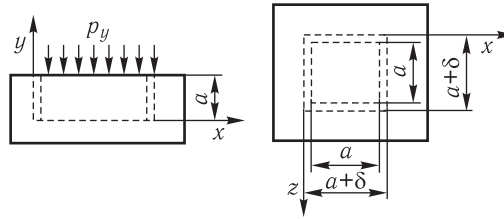


Рис. 3.13

3.35. Визначити, за якого співвідношення напружень розтягання σ_1 і σ_2 в умовах плоского напруженого стану деформація ϵ_1 дорівнюватиме нулю.

Відповідь: $\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \mu$.

3.36. Бетонний кубик зі стороною $a = 0,1$ м щільно, але без напруження, встановлено до абсолютно жорсткої обойми (рис. 3.12). Знайти головні напруження, що виникають у кубіку у разі дії на нього стискальної сили $F = 105$ кН. Коефіцієнт Пуассона $\mu = 0,16$.

Відповідь: $\sigma_1 = \sigma_2 = -2$ МПа; $\sigma_3 = -10,5$ МПа.

3.37. Мідний кубик зі стороною $a = 0,1$ м щільно, але без напруження, встановлено в гніздо сталеві плити, яку можна вважати абсолютно жорсткою. Знайти абсолютну ΔV і відносну ϵ_V зміну об'єму кубика, максимальне τ_{\max} й октаедричне $\tau_{\text{окт}}$ дотичні напруження, що виникають у кубіку в разі дії на нього стискальної сили $F = 400$ кН. Модуль пружності $E = 1 \cdot 10^5$ МПа, коефіцієнт Пуассона $\mu = 0,33$.

Відповідь: $\Delta V = -2,7 \cdot 10^{-7}$ м³; $\epsilon_V = -2,7 \cdot 10^{-4}$; $\tau_{\max} = 10,15$ МПа; $\tau_{\text{окт}} = 9,57$ МПа.

3.38. Сталевий кубик зі стороною $a = 0,02$ м стискується силою $F = 40$ кН. Знайти величину коефіцієнта Пуассона μ , якщо відомо, що площа бокових граней під навантаженням зменшилася на 0,035 %. Модуль пружності $E = 2 \cdot 10^5$ МПа.

Відповідь: $\mu = 0,3$.

3.39. Гумовий кубик, розміщений в отворі з абсолютно жорсткими стінками, стискується навантаженням з інтенсивністю $p_y = 330$ Н/мм² (рис. 3.13). Визначити інтенсивності тиску кубика на стінки отвору p_x і p_z , якщо до навантаження були зазори $\delta = 0,1$ мм в обох напрямках. Модуль пружності гуми $E = 8$ МПа, коефіцієнт Пуассона $\mu = 0,47$.

Відповідь: $p_x = p_z = 155$ Н/мм².

3.6. Потенціальна енергія деформації

3.40. Знайти питому потенціальну енергію деформації u , енергію зміни об'єму u_V та енергію формозміни u_ϕ для ізотропного тіла за таких типів навантажень: а) осевого розтягання; б) чистого зсуву. Вважати: головне