

Рис. 1.14

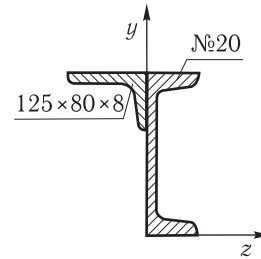


Рис. 1.15

1.14. Для заданих перерізів визначити положення центрів ваги (рис. 1.14).

Відповідь: а) $z_C = 0$, $y_C = 196,6$ мм;
б) $z_C = 0$, $y_C = 121,2$ мм.

1.15. Визначити координати центра ваги перерізу, що складається з нерівнобокого кутика $125 \times 80 \times 8$ і швелера № 20 (рис. 1.15).

Відповідь: $z_C = -4,15$ мм; $y_C = 133,1$ мм.

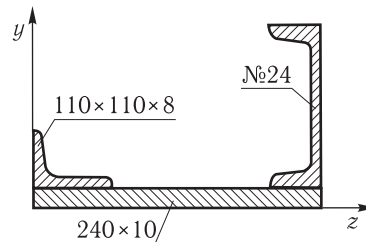


Рис. 1.16

1.16. Визначити координати центра ваги перерізу, що складається з рівнобокого кутика $110 \times 110 \times 8$, швелера № 24 та штабки 240×10 (рис. 1.16).

Відповідь: $z_C = 139$ мм; $y_C = 66,7$ мм.

1.2. Моменти інерції та моменти опору

1.17. Для фігури, зображеної на рис. 1.17, визначити положення головних центральних осей інерції, головні центральні моменти інерції та радіуси інерції.

Відповідь: $\alpha = 22^\circ 30'$; $I_u = 558,3 \cdot 10^4$ мм⁴; $I_v = 105,8 \cdot 10^4$ мм⁴; $i_u = 39,4$ мм; $i_v = 17,1$ мм.

1.18. Визначити відцентровий момент інерції площі сектора, який є чвертю круглого перерізу радіуса R (рис. 1.18).

Відповідь: $I_{zy} = R^4/8$.

1.19. Визначити момент інерції відносно центральних осей переріза, зображеного на рис. 1.19. Розміри вказані в міліметрах.

Відповідь: $I_y = 3167 \cdot 10^4$ мм⁴; $I_z = 1948 \cdot 10^4$ мм⁴.

1.20. Як зміняться площа і момент інерції I_z перерізу, зображеного на рис. 1.20, якщо замінити один отвір діаметром 200 мм двома діаметром кожний по 100 мм?

Відповідь: площа збільшиться на 38,6 %, момент інерції зменшиться на 2 %.

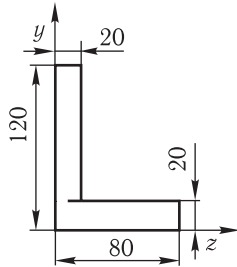


Рис. 1.17

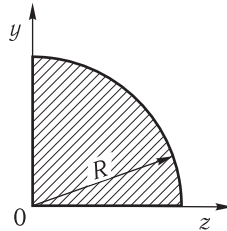


Рис. 1.18

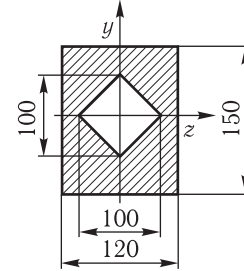


Рис. 1.19

1.21. Знайти головні центральні моменти інерції перерізу, зображеного на рис. 1.21.

Відповідь: $I_u = \frac{ab^3}{12} + \frac{\pi b^4}{64}$; $I_v = \frac{ab}{12}(a^2 + 2b^2) + \frac{\pi b^2}{64}(b^2 + 4a^2)$.

1.22*. Знайти положення головних центральних осей інерції та визначити головні моменти інерції і найбільший момент опору для перерізу, зображеного на рис. 1.22 (розміри вказані в міліметрах).

Відповідь: $\alpha = 26^\circ 25'$; $I_y = 70\,400 \cdot 10^4 \text{ мм}^4$; $I_z = 5420 \times 10^4 \text{ мм}^4$; $W_{\max} = 2670 \cdot 10^3 \text{ мм}^3$.

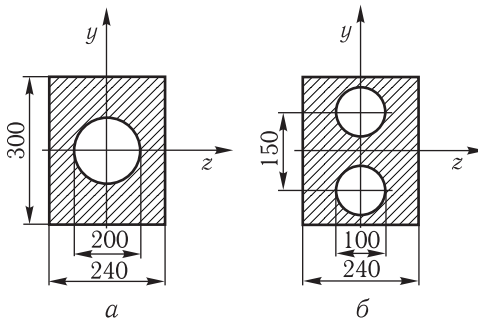


Рис. 1.20

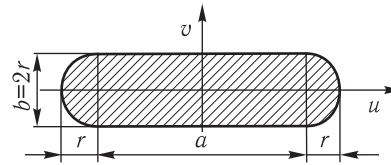


Рис. 1.21

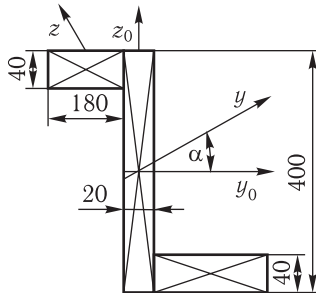


Рис. 1.22

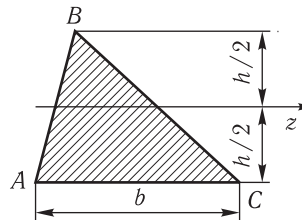


Рис. 1.23

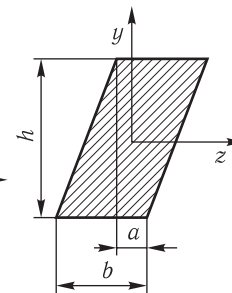


Рис. 1.24

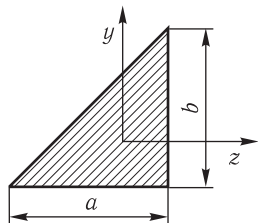


Рис. 1.25

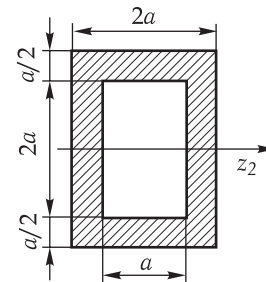
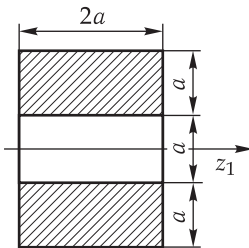


Рис. 1.26

1.23. Визначити момент інерції площі трикутника ABC висотою h відносно його середньої лінії, паралельної основі AC (рис. 1.23).

Відповідь: $I_z = \frac{1}{2} \frac{bh^3}{12}$.

1.24. Визначити осеві й відцентровий моменти інерції площі паралелограма відносно центральних осей z і y . Розміри перерізу: $h = 40$ мм; $b = 30$ мм; $a = 10$ мм (рис. 1.24).

Відповідь: $I_z = 16 \cdot 10^4$ мм⁴; $I_y = 13 \cdot 10^4$ мм⁴; $I_{zy} = 8 \cdot 10^4$ мм⁴.

1.25. Знаючи вирази моментів інерції відносно центральних осей z і y , паралельних катетам, знайти головні центральні моменти інерції площі прямокутного трикутника і визначити кут β нахилу осі з найменшим моментом інерції до катета a (рис. 1.25). Співвідношення катетів $a/b = 4/3$.

Відповідь: $I_u = \frac{ab}{72} (a^2 + b^2 + \sqrt{a^4 + b^4 - a^2b^2}) = 0,08b^4$; $I_v = 0,0228b^4$; $\beta = 29^\circ 52'$.

1.26. Переріз має площу $A = 10$ мм², головні центральні моменти інерції $I_u = 410$ мм⁴, $I_v = 320$ мм⁴. На головній осі u знайти такі точки, щоб усі осі, які проходять через них, були головними для цього перерізу.

Відповідь: дві точки на відстані $x = \pm \sqrt{\frac{I_u - I_v}{A}} = \pm 3$ мм від центра ваги перерізу.

1.27. Порівняти моменти опору W_z двох рівновеликих прямокутних перерізів, ослаблених вирізами однакової площі $A = 2a^2$ (рис. 1.26).

Відповідь: $W_{z1} = \frac{26}{9} a^3$; $W_{z2} = \frac{23}{9} a^3$.

1.28. Визначити головні центральні моменти інерції і головні радіуси інерції площ: а) рівнобічного трикутника; б) рівнобічної трапеції; в) правильного шестикутника, вписаного у коло радіусом r (рис. 1.27).

Відповідь: а) $I_z = I_y = \frac{a^4 \sqrt{3}}{96} \approx 0,018a^4$, $i_z = i_y = \frac{a}{2\sqrt{6}} \approx 0,204a$; б) $I_z = \frac{13}{108} bh^3 \approx 0,12bh^3$, $I_y = \frac{15}{16} b^3 h \approx 0,312b^3 h$, $i_z = 0,456b$, $i_y = 0,283h$; в) $I_z = I_y = \frac{5r^4 \sqrt{3}}{16} \approx 0,54r^4$, $i_z = i_y = \frac{r\sqrt{30}}{12} \approx 0,456r$.

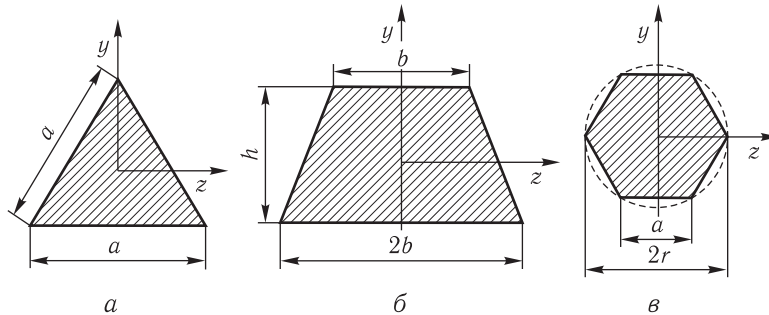


Рис. 1.27

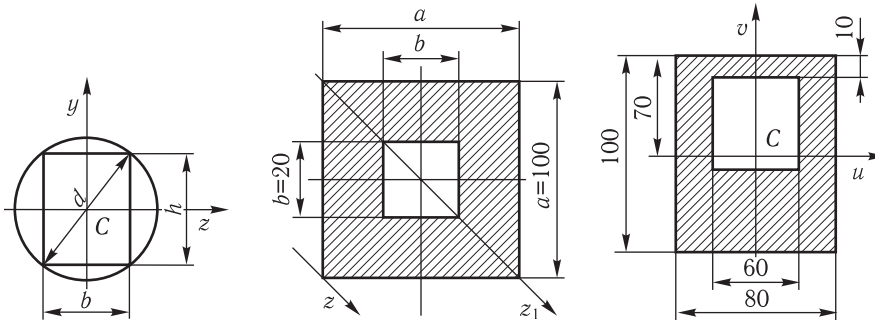


Рис. 1.28

Рис. 1.29

Рис. 1.30

1.29. З круглої колоди потрібно зробити брус прямокутного перерізу з максимальним моментом опору (рис. 1.28). Яке співвідношення сторін перерізу в такого бруса?

Відповідь: $h/b = 1,41$.

1.30. Обчислити моменти інерції перерізу відносно осей z_1 і z (рис. 1.29).

Відповідь: $I_z = 832 \cdot 10^4 \text{ мм}^4$; $I_{z_1} = 5632 \cdot 10^4 \text{ мм}^4$.

1.31. Визначити моменти опору відносно головних центральних осей перерізу, зображеного на рис. 1.30.

Відповідь: $W_v = 85 \cdot 10^3 \text{ мм}^3$; $W_u = 118 \cdot 10^3 \text{ мм}^3$.

1.32. Передня вісь вантажного автомобіля має переріз, зображений на рис. 1.31. Визначити осьовий момент опору цього перерізу відносно осі u .

Відповідь: $W_u = 1169 \cdot 10^3 \text{ мм}^3$.

1.33. Обчислити осьові й відцентровий момент інерції площі прямокутника відносно осей z і y , які збігаються з двома його сторонами, що мають такі розміри: $b = 24 \text{ мм}$; $h = 30 \text{ мм}$.

Відповідь: $I_z = bh^3/3 = 216\,000 \text{ мм}^4$; $I_y = b^3h/3 = 138\,200 \text{ мм}^4$; $I_{zy} = b^2h^2/4 = 129\,600 \text{ мм}^4$.

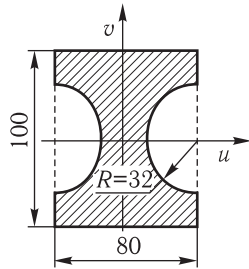


Рис. 1.31

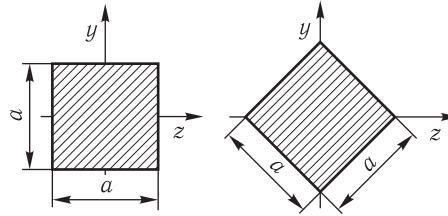


Рис. 1.32

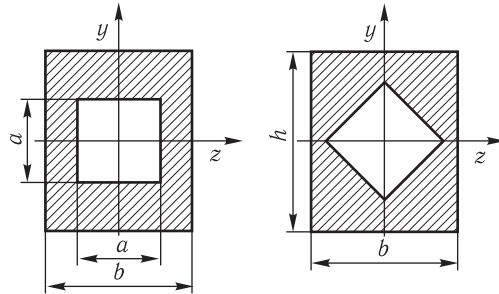


Рис. 1.33

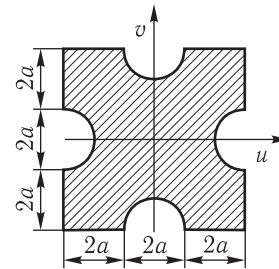


Рис. 1.34

1.34. З'ясувати, як зміняться момент інерції і момент опору квадрата зі стороною a відносно осі z , якщо переріз повернути на кут 45° , залишивши вісь z горизонтальною (рис. 1.32).

Відповідь: момент інерції не змінюється; момент опору зменшиться на 41 %.

1.35. Обчислити головні центральні моменти інерції, головні радіуси інерції і моменти опору порожнистого прямокутного перерізу, зображеного на рис. 1.33. Розміри: $b = 12$ мм; $h = 20$ мм; $a = 6$ мм. Як зміняться ці характеристики перерізу, якщо внутрішню квадратну порожнину буде повернено на кут 45° ?

Відповідь: а) $I_z = 7892$ мм⁴, $I_y = 2722$ мм⁴, $i_z = 6,16$ мм, $i_y = 3,64$ мм, $W_z = 789,2$ мм³, $W_y = 462$ мм³; б) не зміняться.

1.36. Визначити головні центральні моменти інерції і головні радіуси інерції площі перерізу, який має форму квадрата з чотирма симетрично розміщеними півкруглими вирізами радіусом a (рис. 1.34). Як зміняться ці характеристики перерізу за повороту осей z і y на 45° ?

Відповідь: 1) $I_u = I_v \cong 86,2a^4$, $i_u = i_v \cong 1,7a$; 2) не зміняться.

1.37. Знайти моменти опору відносно головних центральних осей u і v для перерізів, зображених на рис. 1.35.

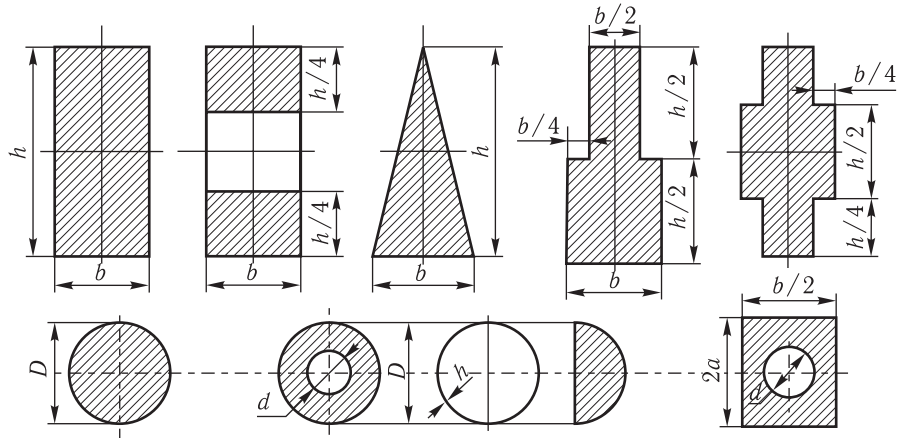


Рис. 1.35

Відповідь: 1) $W_u = \frac{bh^2}{6}$, $W_v = \frac{hb^2}{6}$; 2) $W_u = \frac{7bh^2}{48}$, $W_v = \frac{hb^2}{72}$; 3) $W_u = \frac{bh^2}{24}$, $W_v = \frac{hb^2}{24}$; 4) $W_u = \frac{11bh^2}{160}$, $W_v = \frac{hb^2}{32}$; 5) $W_u = \frac{3bh^2}{32}$, $W_v = \frac{3hb^2}{32}$; 6) $W_u = W_v = \frac{hD^3}{32}$; 7) $W_u = W_v = \frac{\pi D^3}{32} \left(1 - \frac{d^4}{D^4}\right)$; 8) $W_u = W_v = \frac{\pi D^2 t}{4}$; 9) $W_u = \frac{\pi D^3}{64}$, $W_v = \frac{9\pi^2 + 64}{192(3\pi - 4)} D^3 \approx 0,147 D^3$; 10) $W_u = W_v = \frac{256 - 3\pi}{192} a^3 \approx 1,28 a^3$.

1.38. Визначити головні центральні моменти інерції перерізів (рис. 1.36).

Відповідь: а) $I_u = 857b^4$, $I_v = 82,5b^4$; б) $I_u = 1232b^4$, $I_v = 514b^4$; в) $I_u = 178 \cdot 10^8 \text{ мм}^4$, $I_v = 57,4 \cdot 10^8 \text{ мм}^4$; г) $I_u = 49,3 \cdot 10^8 \text{ мм}^4$, $I_v = 48,4 \cdot 10^8 \text{ мм}^4$.

1.39. Визначити момент інерції відносно осі z площі тонкостінного перерізу, обмеженого півколом і двома прямими, що суміщуються.

Відповідь: $I_z = 111,6 \cdot 10^4 \text{ мм}^4$.

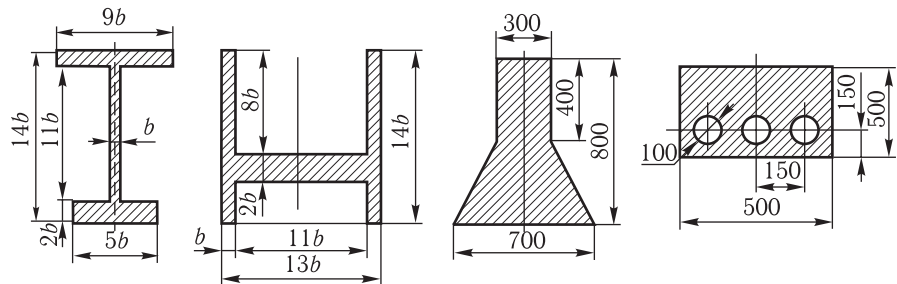


Рис. 1.36

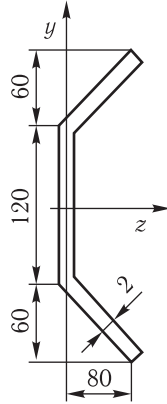


Рис. 1.37

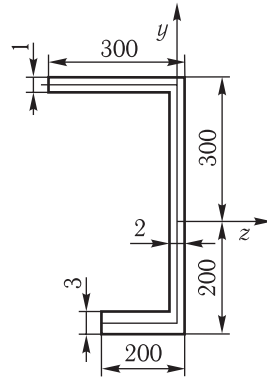


Рис. 1.38

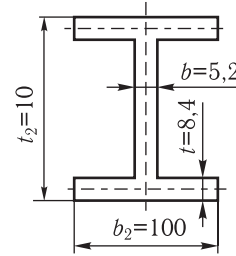


Рис. 1.39

1.40. Визначити положення центра ваги тонкостінного перерізу і обчислити його головні моменти інерції (рис. 1.37).

Відповідь: $z_C = 25$ мм; $y_C = 0$; $I_u = 364,8 \cdot 10^4$ мм⁴; $I_v = 45,3 \cdot 10^4$ мм⁴.

1.41. Обчислити координати центра ваги тонкостінного несиметричного профілю, знайти напрямок головних центральних осей і визначити головні моменти інерції (рис. 1.38).

Відповідь: $z_C = -55,3$ мм; $y_C = 10,5$ мм; $\alpha = 2^\circ 50'$; $I_u = 746 \cdot 10^4$ мм⁴; $I_v = 2268 \cdot 10^4$ мм⁴.

1.42. Обчислити головні моменти інерції I_z і I_y для симетричного тонкостінного двотавра (рис. 1.39). Порівняти результати розрахунку з даними таблиці сортаменту для двотавра № 20.

Відповідь: $I_{\max} = 2026 \cdot 10^4$ мм⁴; $I_{\min} = 140 \cdot 10^4$ мм⁴.

1.43. Обчислити й порівняти моменти опору відносно обох головних осей двох прямокутних перерізів, ослаблених вирізами однакової площі (рис. 1.40).

Відповідь: а) $W_u = 5b^3$, $W_v = 1,5b^3$; б) $W_u = 2,955b^3$, $W_v = 2,5b^3$.

1.44. Обчислити полярний і осьовий моменти інерції перерізу тонкостінної труби, що має середній діаметр $d_{\text{ср}}$ і товщину h .

Відповідь: $I_p = \frac{\pi h}{4} d_{\text{ср}}^3$; $I = \frac{\pi h}{8} d_{\text{ср}}^3$.

1.45. На якій відстані b потрібно розмістити два двотаври № 10,

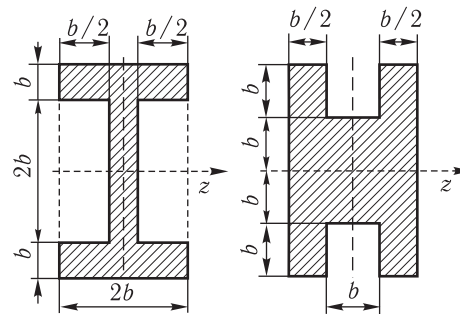


Рис. 1.40

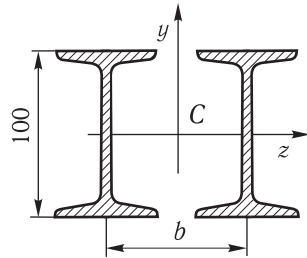


Рис. 1.41

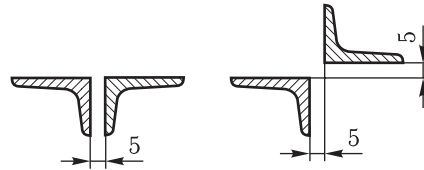


Рис. 1.42

щоб момент інерції цього перерізу відносно осі y дорівнював $780 \cdot 10^4 \text{ мм}^4$ (рис. 1.41)?

Відповідь: $b = 111 \text{ мм}$.

1.46. З рівнобоких кутиків № 4 ($40 \times 40 \times 4 \text{ мм}$) складено: а) тавровий і б) хрестовий перерізи (рис. 1.42). Порівняти головні моменти інерції обох перерізів.

Відповідь: а) $I_u = 20,93 \cdot 10^4 \text{ мм}^4$, $I_v = 9,2 \cdot 10^4 \text{ мм}^4$; б) $I_u = 27,32 \times 10^4 \text{ мм}^4$, $I_v = 14,52 \cdot 10^4 \text{ мм}^4$.

1.47. Порівняти головні моменти інерції площ двох перерізів, складених з чотирьох рівнобоких кутиків $140 \times 140 \times 12 \text{ мм}$ у формі: а) хреста, б) квадрата. Відстань між кутиками $t = 16 \text{ мм}$ (рис. 1.43).

Відповідь: $I_{u,2} : I_{v,1} = 17\,868 : 5280 = 3,38$.

1.48. Визначити, у скільки разів головні центральні моменти інерції коробчастого перерізу, складеного з рівнополічних кутиків $200 \times 200 \times 20 \text{ мм}$, відмінні від відповідних моментів інерції для хрестового перерізу, який складається з тих самих профілів (рис. 1.44).

Відповідь: у 3,46 рази.

1.49. Обчислити моменти опору W_z для хрестового і коробчастого перерізів, складених з рівнополічних кутиків, як зображено на рис. 1.44.

Відповідь: для хрестового перерізу $W_z = 1071 \cdot 10^3 \text{ мм}^3$, для коробчастого — $W_y = 3703 \cdot 10^3 \text{ мм}^3$.

1.50* З круглої колоди потрібно випилити брус прямокутного перерізу з максимальним моментом опору. Яке відношення сторін перерізу в такого бруса (рис. 1.45)?

Відповідь: 1,41.

1.51. Визначити відстань a за умови, щоб моменти інерції перерізу відносно головних центральних осей були однакові (рис. 1.46).

Відповідь: $a = 60,4 \text{ мм}$.

1.52. Обчислити головні моменти опору перерізу, складеного з двотавра № 18а і двох швелерів № 10 (рис. 1.47).

Відповідь: $W_z = 282,8 \cdot 10^3 \text{ мм}^3$; $W_y = 46,2 \cdot 10^3 \text{ мм}^3$.

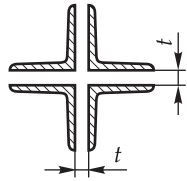


Рис. 1.43

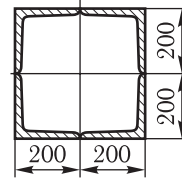
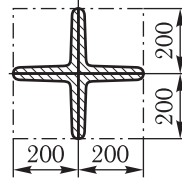
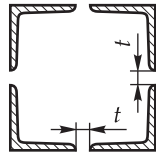


Рис. 1.44

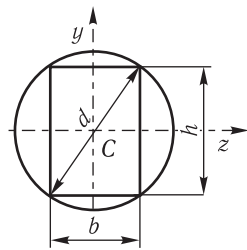


Рис. 1.45

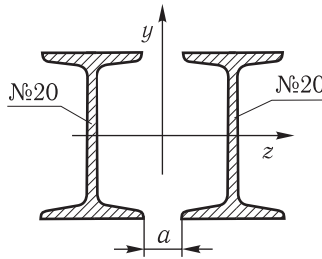


Рис. 1.46

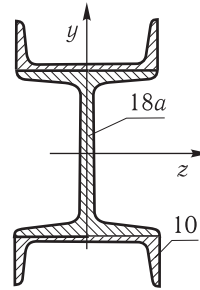


Рис. 1.47

1.53*. Порівняти величини головних центральних моментів інерції і головних радіусів інерції трубчастого прямокутного перерізу, запроєктованого у двох варіантах (рис. 1.48): а) з круглим і б) з квадратним отворами труби, однаково розміщеними по висоті перерізу. Обчислити також найменші моменти опору перерізів відносно центральної осі z .

Відповідь: а) $W_z = 5,027a^3$; б) $W_z = 4,976a^3$.

1.54. Обчислити координати центра тонкостінного несиметричного профілю (рис. 1.49), знайти напрямки головних центральних осей і визначити головні моменти інерції.

Відповідь: $z_C = -55,3$ мм; $y_C = 10,5$ мм; $\alpha = 2^\circ 50'$;
 $I_{\max} = 746 \cdot 10^4$ мм⁴; $I_{\min} = 2268 \cdot 10^4$ мм⁴.

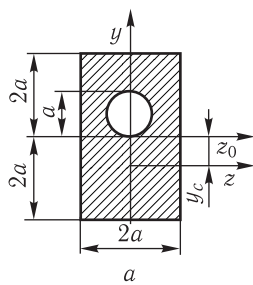


Рис. 1.48

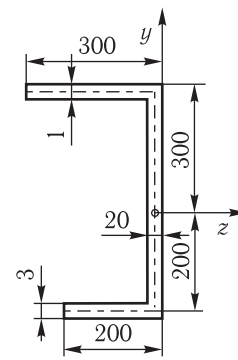
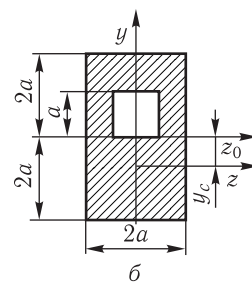


Рис. 1.49

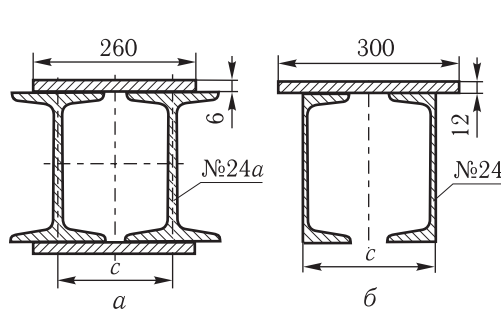


Рис. 1.50

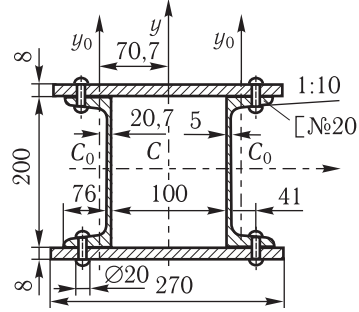


Рис. 1.51

1.55. Визначити відстань c за умови, щоб головні моменти інерції були однакові. Обчислити відповідний момент інерції (рис. 1.50).

Відповідь: а) $c = 231$ мм, $I_u = I_v = 1232 \cdot 10^5$ мм⁴; б) $c = 251$ мм, $I_u = I_v = 94 \cdot 10^6$ мм⁴.

1.56*. Знайти головні центральні моменти інерції I_z і I_y перерізу, складеного з двох швелерів № 20 і двох листів перерізом 270×8 мм, закріплених чотирма заклепками діаметром $d = 20$ мм (урахувавши ослаблення заклепочними отворами) (рис. 1.51).

Відповідь: $I_z = 6365 \cdot 10^4$ мм⁴; $I_y = 4058 \cdot 10^4$ мм⁴.

1.57. Визначити максимальний головний центральний момент інерції перерізу (рис. 1.52).

Відповідь: $I_u = 35 \cdot 10^7$ мм⁴.

1.58. Визначити, як зміниться момент опору квадратного перерізу відносно горизонтальної центральної осі z , якщо балку повернути на 45° навколо її осі (рис. 1.53).

Відповідь: зменшиться у 1,41 раза.

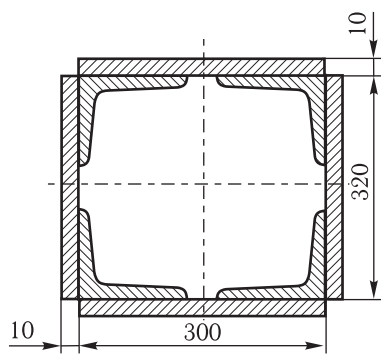


Рис. 1.52

1.59. Визначити головні центральні моменти інерції (рис. 1.54).

Відповідь: а) $I_u = 19\,280 \cdot 10^4$ мм⁴, $I_v = 1273 \cdot 10^4$ мм⁴; б) $I_u = 119 \cdot 10^6$ мм⁴, $I_v = 398 \cdot 10^5$ мм⁴; в) $I_u = 1064 \cdot 10^5$ мм⁴, $I_v = 788 \cdot 10^4$ мм⁴;

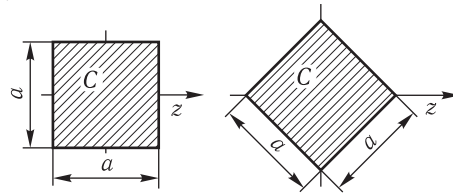


Рис. 1.53

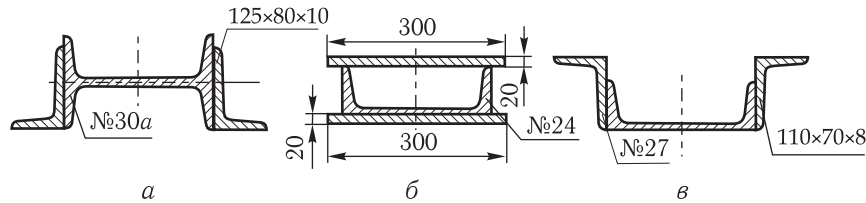


Рис. 1.54

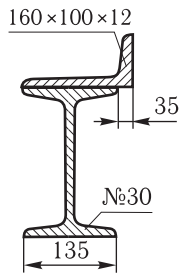


Рис. 1.55

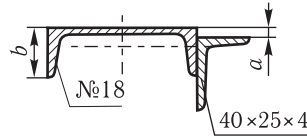


Рис. 1.56

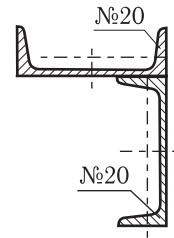


Рис. 1.57

1.60. Визначити головні центральні моменти інерції I_u і I_v перерізу, який складається з двотавра № 30 і нерівнобокого кутика $160 \times 100 \times 12$ мм, а також положення головних центральних осей (рис. 1.55).

Відповідь: $I_u = 131 \cdot 10^6$ мм⁴; $I_v = 128 \cdot 10^5$ мм⁴; $\alpha_0 = -8^\circ 50'$.

1.61*. Для заданого перерізу, що складається з кутика $40 \times 25 \times 4$ мм та швелера № 18, знайти головні центральні моменти інерції і положення головних центральних осей, взяти $a = 0,4b$ (рис. 1.56).

Відповідь: $I_u = 471,37 \cdot 10^4$ мм⁴; $I_v = 1203,65 \cdot 10^4$ мм⁴; $\alpha_0 = -18^\circ 28'$.

1.62. Знайти положення головних центральних осей і обчислити головні центральні моменти інерції перерізу (рис. 1.57).

Відповідь: $\alpha_0 = -33^\circ 15'$; $I_u = 4074 \cdot 10^4$ мм⁴; $I_v = 1634 \cdot 10^4$ мм⁴.

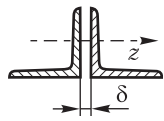
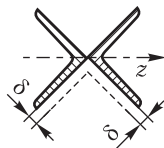
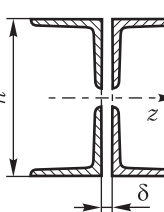
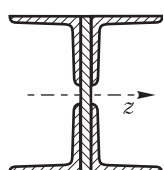
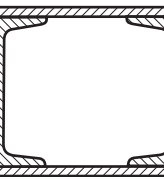
1.63. Визначити головні центральні моменти інерції, моменти опору і радіуси інерції симетричних зварних перерізів, складених з прокатних профілів (табл. 1.1). Спільна робота елементів складеного перерізу забезпечується з'єднувальними елементами, зображеними пунктирною лінією.

Відповідь: див. табл. 1.1.

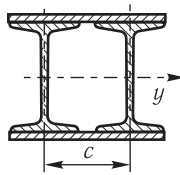
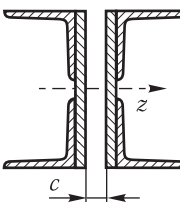
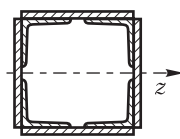
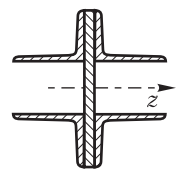
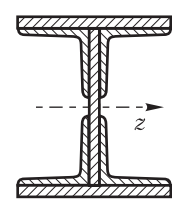
1.64. Для складених несиметричних перерізів із прокатних профілів: 1) знайти координати центра ваги фігури; 2) визначити положення головних центральних осей інерції; 3) аналітично і графічно визначити головні моменти інерції та головні радіуси інерції. Форма і розміри перерізу, поданих у міліметрах, зображені на рисунках у табл. 1.2.

Відповідь: див. табл. 1.2 (цифри округлені).

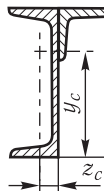
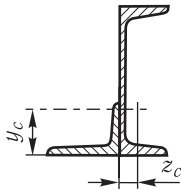
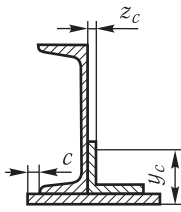
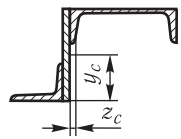
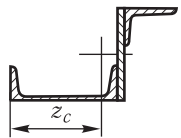
Таблиця 1.1

Но- мер схе- ми	Схема перерізу	Склад перерізу, мм		Відповідь, мм ⁴	
		Варіант а)	Варіант б)	а)	б)
1		2 кутики 100×100×10 = 10	2 кутики 80×80×8 = 8	$I_z = 358$ $I_y = 784$	$I_z = 147$ $I_y = 323$
2		2 кутики 80×80×8 = 8	2 кутики 100×100×10 = 10	$I_z = 232$ $I_y = 411$	$I_z = 568$ $I_y = 998$
3		4 кутики 125×125×10 = 10, h = 400	4 кутики 100×100×10 = 8, h = 300	$I_z = 28\,000$ $I_y = 2960$	$I_z = 12\,500$ $I_y = 1990$
4		4 кутики 140×90×10, лист 12×240	4 кутики 110×70×80, лист 200×10	$I_z = 10\,400$ $I_y = 4070$	$I_z = 5170$ $I_y = 1630$
5		2 швелери № 36, 2 листи 240×12	2 швелери № 22, 2 листи 280×10	$I_z = 41\,570$ $I_y = 13\,070$	$I_z = 11\,630$ $I_y = 11\,380$

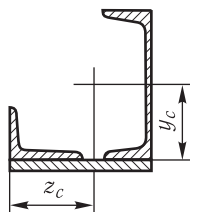
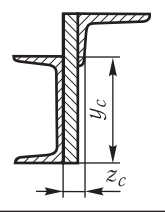
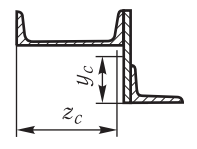
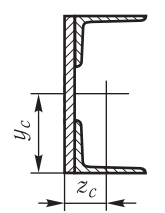
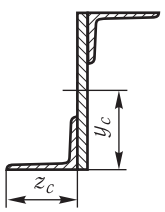
Продовження табл. 1.1

Но- мер схе- ми	Схема перерізу	Склад перерізу, мм		Відповідь, мм ⁴	
		Варіант а)	Варіант б)	а)	б)
6		2 двотаври № 14, 2 листи 240×8, c = 120	2 двотаври № 30, 2 листи 300×12, c = 150	$I_z = 3250$ $I_y = 3180$	$I_z = 31700$ $I_y = 11300$
7		4 кутики 50×50×5, 2 листи 200×6, c = 130	4 кутики 90×90×8, 2 листи 220×8, c = 160	$I_z = 2260$ $I_y = 2170$	$I_z = 5850$ $I_y = 8600$
8		4 кутики 70×70×7, 4 листи 200×6	4 кутики 100×100×10, 4 листи 300×10	$I_z = 5940$ $I_y = 5940$	$I_z = 31190$ $I_y = 31190$
9		4 кутики 140×90×10, лист 240×10	4 кутики 160×100×12, лист 300×12	$I_z = 4060$ $I_y = 4070$	$I_z = 8880$ $I_y = 6110$
10		4 кутики 80×80×8, 2 полицки 180×10, стінка 600×10	4 кутики 100×100×10, 2 полицки 240×10, стінка 900×10	$I_z = 89615$ $I_y = 1595$	$I_z = 297380$ $I_y = 3880$

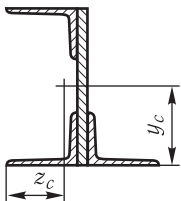
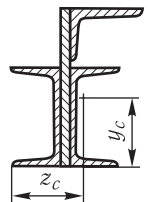
Таблиця 1.2

Но- мер схе- ми	Схема перерізу	Склад перерізу, мм	Відповідь				
			Координати центра ваги, см		Кут з віссю z_c	Головні моменти інерції, см ⁴	
			z_c	y_c	α	I_{\max}	I_{\min}
1		а) Швелер № 18, L 80×80×8	-0,37	11,51	-11°40'	1565	245
		б) Швелер № 24, L 125×125×12	-1,95	16,10	-15°50'	4390	1155
2		а) Швелер № 18а, L 90×90×8	0,33	6,50	-13°30'	1730	320
		б) Швелер № 24, L 100×100×10	0,40	8,45	-11°	4200	580
3		а) Швелер № 20, лист 200×10, L 100×100×10 c = 12	0,48	5,45	-17°10'	2885	1065
		б) Швелер № 30, лист 260×12, L 140×140×12 c = 10	0,84	8,0	11°55'	11 700	3000
4		а) Швелер № 14, лист 240×10, L 125×80×10	0,93	11,35	-28°50'	6175	855
		б) Швелер № 16, лист 240×10, L 160×100×12	0,21	10,5	-34°05'	7070	2060
5		а) Швелер № 20, лист 180×10, L 80×80×8	16,55	7,5	35°05'	4600	1080
		б) Швелер № 14, лист 180×10, L 110×110×8	13,4	8,8	-40°	3300	600

Продовження табл. 1.2

Но- мер схе- ми	Схема перерізу	Склад перерізу, мм	Відповідь				
			Координати центра ваги, см		Кут з віссю z_c	Головні моменти інерції, см ⁴	
			z_c	y_c	α	I_{\max}	I_{\min}
6		а) Швелер № 30, лист 200×10, L 100×100×10	12,05	9,15	-21°25′	10 980	3020
		б) Швелер № 24, лист 240×10, L 110×110×8	13,9	6,67	44°	7500	3300
7		а) Швелер № 16, лист 240×10, L 125×80×10	1,30	14,0	-17°15′	4370	520
		б) Швелер № 20, лист 300×12, L 125×80×12	1,21	17,3	-13°10′	8870	790
8		а) Швелер № 16, лист 240×10, L 140×140×10	16,0	10,7	37°15′	6310	1180
		б) Швелер № 14, лист 240×10, L 125×125×10	14,2	10,7	31°10′	5380	910
9		а) Лист 240×10, L 100×100×10, L 160×100×10	3,55	11,0	9°30′	5580	1140
		б) Лист 240×10, L 90×90×8, L 180×110×10	3,85	9,9	16°05′	5420	1280
10		а) Лист 300×12, 2L 140×140×12	14,6	15,0	20°05′	13 350	1080
		б) Лист 400×12, 2L 160×160×12	16,6	20,0	16°25′	28 500	1680

Продовження табл. 1.2

Но- мер схе- ми	Схема перерізу	Склад перерізу, мм	Відповідь				
			Координати центра ваги, см		Кут з віссю z_c α	Головні моменти інерції, см ⁴	
			z_c	y_c		I_{\max}	I_{\min}
11		а) Лист 300×12, L 140×140×12, 2L 90×90×9	7,6	14,7	10°15′	12 700	1300
		б) Лист 300×12, L 160×160×12, 2L 110×110×8	9,87	14,85	12°50′	13 770	1330
12		а) 2 швелери № 12, лист 240×10, L 160×100×10	1,91	13,1	-18°40′	5720	900
		б) 2 швелери № 16, лист 300×12, L 125×80×12	1,71	19,0	-6°55′	17 000	1300