

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Севастопольский государственный университет»

Л. Н. ПИЧУГОВА, Н. К. КОРНЕЕВА

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО СОПРОТИВЛЕНИЮ МАТЕРИАЛОВ

Методические указания
для студентов II курса

Севастополь
СевГУ
2023

УДК 539.3/.6(075.8)
ББК 30.121я73
ПЗ64

Рецензент:

Стреляная Ю.О., канд. техн. наук, доцент кафедры
«Цифровое проектирование»

Пичугова Л. Н.

ПЗ64 Тестовые задания по сопротивлению материалов. : методические указания для студентов II курса /Л. Н. Пичугова., Н. К. Корнеева ; Севастопольский государственный университет. – Севастополь : Сев ГУ, 2023. –52с.

Учебное пособие предназначено для студентов СевГУ всех специальностей, изучающих курсы «Сопротивление материалов», «Техническая механика», «Прикладная механика».

УДК 539.3/.6(075.8)
ББК 30.121я73

Материал методических указаний может использоваться студентами, очно-заочной формы обучения, для самостоятельной работы при подготовке к экзаменам, практическим занятиям и лабораторным работам, для выполнения учебных заданий и расчетно-графических работ.

Методические указания рассмотрены и рекомендованы к изданию на заседании кафедры «Цифровое проектирование» протокол № 7 от 30.03.2023 г.

© ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный университет, 2023
© Пичугова Л. Н., Корнеева Н. К., 2023

ПРЕДИСЛОВИЕ

Данные методические указания предназначены для самостоятельной работы студентов ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», обучающихся по направлениям:

- 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»;
- 14.05.02 «Атомные станции, проектирование, эксплуатация и инжиниринг»;
- 18.03.01 «Химическая технология»;
- 08.03.01 «Строительство»;
- 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»;
- 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики».

Пособие «Тестовые задания по сопротивлению материалов» содержит пять основных тем: геометрические характеристики плоских сечений, растяжение-сжатие, изгиб, кручение, срез и смятие. Данные темы рассматриваются в дисциплинах: «Техническая механика», «Прикладная механика», «Сопротивление материалов».

Задачи и теоретические вопросы, предложенные в учебном пособии, могут использоваться студентами, очно-заочной формы обучения для самостоятельной работы при подготовке к экзаменам, практическим занятиям и лабораторным работам, для выполнения учебных заданий и расчетно-графических работ.

ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

A – площадь поперечного сечения;
 a, b – ширина сечения, размер;
 C – центр тяжести, постоянная интегрирования;
 D – наружный диаметр, постоянная интегрирования;
 d – внутренний диаметр;
 E – модуль продольной упругости (модуль Юнга);
 F – сосредоточенная сила;
 f – стрела прогиба;
 $[f]$ – допускаемая стрела прогиба;
 G – модуль упругости при сдвиге;
 h – высота сечения, размер;
 J_x, J_y – осевые моменты инерции;
 J_{xy} – центробежный момент инерции;
 J_p – полярный момент инерции;
 l – длина стержня, пролет
 Δl – удлинение (укорочение) бруса или участка бруса;
 M – изгибающий момент, реактивный момент в опоре;
 N – продольная сила, мощность;
 n – коэффициент запаса, число, частота вращения;
 p – давление;
 Q – поперечная сила;
 q – интенсивность распределенной нагрузки;
 R – реакция, радиус;
 S – статический момент сечения;
 T – крутящий момент;
 t – толщина;
 α – угол, отношение, коэффициент линейного температурного расширения;
 θ – угол поворота поперечного сечения при изгибе, угол закручивания на единицу длины;
 μ – коэффициент Пуассона;
 σ – нормальное напряжение;
 τ – касательное напряжение;
 $[\sigma], [\tau]$ – допускаемые нормальные и касательные напряжения;
 σ_T – предел текучести
 $\sigma_{пч}, \sigma_B$ – предел прочности, временное сопротивление;
 ϕ – угол закручивания бруса при кручении;
 x, y, z – координаты рассматриваемой точки (обозначения осей координат:
 z – продольная ось бруса, x, y – главные центральные оси его поперечного сечения

Т Е М А № 1

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛОСКИХ СЕЧЕНИЙ

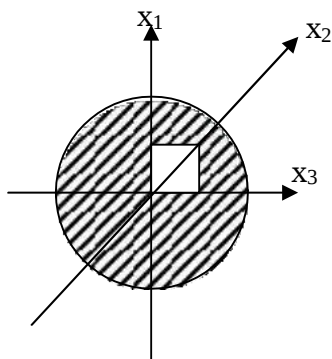
Перечень вопросов

1. Статический момент относительно оси «х» определяется:
А) $\int_A x^2 dA$; Б) $\int_A y^2 dA$; В) $\int_A x dA$; Г) $\int_A y dA$.
2. Какова размерность статического момента сечения?
А) см^4 ; Б) см^2 ; В) см^3 ; Г) см .
3. Чему равен осевой момент инерции прямоугольника с размерами $B \times h$ относительно центральной оси «у»?
А) $\frac{hb^3}{12}$; Б) $\frac{bh^3}{12}$; В) $\frac{hb^3}{6}$; Г) $\frac{bh^3}{36}$.
4. Чему равен осевой момент инерции круга относительно оси, проходящей через его центр тяжести?
А) $\frac{\pi D^4}{32}$; Б) $\frac{\pi D^4}{64}$; В) $\frac{\pi D^3}{16}$; Г) $\frac{\pi D^3}{32}$.
5. Осевой момент инерции сечения относительно оси «у» равен:
А) $\int_A x^2 dA$; Б) $\int_A y^2 dA$; В) $\int_A x dA$; Г) $\int_A y dA$.
6. Какой интеграл определяет полярный момент инерции сечения?
А) $\int_A xy dA$; Б) $\int_A y^2 dA$; В) $\int_A \rho^2 dA$; Г) $\int_A \rho dA$.
7. Осевой момент инерции квадрата с размерами $(a \times a)$ относительно центральной оси «Х» равен:
А) $\frac{a^3}{6}$; Б) $\frac{a^4}{12}$; В) $\frac{a^4}{6}$; Г) a^2 .
8. Какой знак имеют осевые моменты инерции?
А) положительный; Б) отрицательный; В) равен нулю.
9. Какова размерность осевых моментов инерции сечения?
А) см^4 ; Б) см^2 ; В) см^3 ; Г) см .
10. Чему равен полярный момент инерции круга относительно его центра?
А) $\frac{\pi D^3}{32}$; Б) $\frac{\pi D^4}{32}$; В) $\frac{\pi D^3}{16}$; Г) $\frac{\pi D^4}{64}$.
11. Чему равна сумма осевых моментов инерции сечения относительно двух взаимно перпендикулярных осей?
А) J_p ; Б) J_{xy} ; В) S_x ; Г) J_x .
12. Какой момент инерции может принимать отрицательные значения?
А) J_p ; Б) J_{xy} ; В) J_y ; Г) J_x .

13. Чему равен статический момент сечения относительно оси, проходящей через центр тяжести сечения?

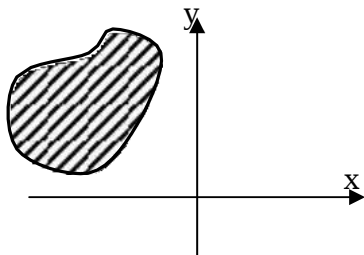
- А) $S_{\max}$; Б) $S_{\min}$; В) $S = 0$.

14. Какая ось является центральной для данного сечения?



- А) x_1 ; Б) x_2 ; В) x_3 .

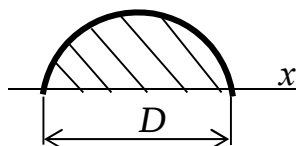
15. Определить знак центробежного момента инерции данного сечения.



- А) $J_{xy} > 0$; Б) $J_{xy} < 0$; В) $J_{xy} = 0$.

16. Единицы измерения полярного момента инерции сечения:
А) см^4 ; Б) см^2 ; В) см^3 ; Г) см .

17. Осевой момент инерции полукруга относительно основания равен:



- А) $\frac{\pi D^4}{32}$; Б) $\frac{\pi D^4}{64}$; В) $\frac{\pi D^4}{128}$; Г) $\frac{\pi D^3}{32}$.

18. По какой формуле определяются положения главных центральных осей инерции сечения?

- А) $\text{tg} 2\alpha_0 = \frac{J_{x_c y_c}}{J_{y_c} - J_{x_c}}$; Б) $\text{tg} \alpha_0 = \frac{2J_{x_c y_c}}{J_{x_c} - J_{y_c}}$; В) $\text{tg} 2\alpha_0 = \frac{2J_{x_c y_c}}{J_{y_c} - J_{x_c}}$.

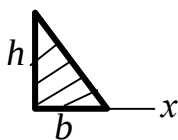
19. Связь между осевыми и полярным моментами инерции

- А) $J_p = J_x + J_y$; Б) $J_p = J_x - J_y$; В) $J_p = J_y - J_x$.

20. Какова размерность центробежного момента инерции сечения ?

- А) см^4 ; Б) см^2 ; В) см^3 ; Г) см .

21. Определить статический момент треугольника относительно оси, проходящей через основание.



A) $\frac{bh^3}{6}$; Б) $\frac{bh^2}{12}$; В) $\frac{bh^2}{6}$; Г) $\frac{bh}{2}$.

22. Осевой момент инерции прямоугольника с размерами $b \times h$ относительно центральной оси “у” равен:

A) $\frac{hb^2}{12}$; Б) $\frac{bh^3}{12}$; В) $\frac{bh^2}{6}$; Г) $\frac{hb^3}{12}$.

23. Осевой момент инерции треугольника относительно центральной оси X_c , если его высота h и основание b , равен:

A) $\frac{hb^3}{3}$; Б) $\frac{bh^3}{12}$; В) $\frac{bh^3}{36}$; Г) $\frac{hb^3}{12}$.

24. Определить относительно какой оси: x_c или y_c момент инерции прямоугольника больше, если размеры прямоугольника b и h ($h > b$).

A) x ; Б) y_c ; В) x_c ; Г) y .

25. Центробежный момент инерции сечения в интегральной форме:

A) $\int_A xy dA$; Б) $\int_A y^2 dA$; В) $\int_A \rho^2 dA$; Г) $\int_A x^2 dA$.

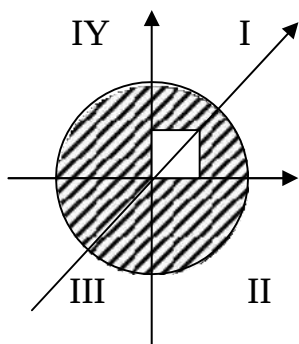
26. Теорема о параллельном переносе осей для центробежного момента инерции сечения записывается:

A) $J_{xy} = J_{xc} - a^2 A$; Б) $J_{xy} = J_{xcy_c} - abA$; В) $J_{xy} = J_{xcy_c} + abA$.

27. Определить центробежный момент инерции прямоугольника, с размерами $b \times h$, относительно осей, проходящих через центр тяжести сечения.

A) $\frac{h^2 b^2}{24}$; Б) $\frac{bh^3}{12}$; В) 0; Г) $\frac{hb^3}{12}$.

28. В каком квадранте находится центр тяжести сечения?



A) I; Б) II; В) III; Г) IV.

29. Осевой момент инерции кольца с размерами $d \times D$ относительно центральной оси “X” равен:

A) $\frac{\pi D^4}{64} + \frac{\pi d^4}{64}$; Б) $\frac{\pi D^4}{64} (1 - \alpha^4)$; В) $\frac{\pi D^4}{32} (1 - \alpha^4)$; Г) $\frac{\pi D^3}{16} (1 - \alpha^4)$.

30. Осевой момент инерции сечения относительно оси “X” равен:

A) $\int_A x^2 dA$; Б) $\int_A y^2 dA$; В) $\int_A x dA$; Г) $\int_A y dA$.

31. Чему равен осевой момент инерции прямоугольника, с размерами $b \times h$, относительно оси абсцисс, проходящей через центр тяжести прямоугольника?

- А) $\frac{hb^3}{3}$; Б) $\frac{bh^3}{12}$; В) $\frac{bh^3}{36}$; Г) $\frac{hb^3}{12}$

32. Если в плоскости сечения проведен ряд параллельных осей, относительно какой из них осевой момент инерции имеет наименьшее значение?

- А) относительно оси, наиболее удаленной от центра тяжести сечения;
Б) относительно оси, проходящей через центр тяжести сечения;
В) момент инерции не изменится.

33. Как меняется момент инерции при параллельном переносе осей, если центральная ось “ X_c ”

- А) $J_{Xc} = J_X + a^2 A$; Б) $J_{Xc} = J_{Xcyc} + abA$; В) $J_X = J_{Xc} + a^2 A$.

34. Чему равен полярный момент инерции кольца относительно его центра?

- А) $\frac{\pi D^4}{64} + \frac{\pi d^4}{64}$; Б) $\frac{\pi D^4}{64} (1 - \alpha^4)$; В) $\frac{\pi D^4}{32} (1 - \alpha^4)$; Г) $\frac{\pi D^3}{16} (1 - \alpha^4)$.

35. Как изменится центробежный момент инерции при повороте осей координат на 90° ?

- А) $J_{XIVI} = -J_{XV}$; Б) $J_{XV} = J_{Xc} - abA$; В) $J_{XV} = J_{Xcyc} + abA$.

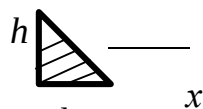
36. Какими формулами необходимо воспользоваться для определения координат центра тяжести сечения?

- А) $X_C = \frac{S_y}{A}$ и $Y_C = \frac{S_x}{A}$; Б) $X_C = \frac{S_x}{A}$ и $Y_C = \frac{S_y}{A}$; В) нет правильного ответа.

37. Изменятся ли сумма осевых моментов инерции относительно двух взаимно перпендикулярных осей при их повороте?

- А) нет; $J_{YI} + J_{XI} = J_Y + J_X$; Б) да; $J_{YI} + J_Y = J_{XI}$; В) да; $J_{YI} - J_Y = J_{XI} + J_X$.
Г) нет правильного ответа.

38. Осевой момент инерции треугольника относительно оси проходящей через основание равен:



- А) $\frac{bh^3}{24}$; Б) $\frac{hb^3}{12}$; В) $\frac{bh^3}{12}$; Г) $\frac{bh^3}{36}$

39. Величины главных моментов инерции определяются по формуле:

$$J_{\frac{\max}{\min}} = \frac{1}{2} \left[(J_x + J_y) \pm \sqrt{(J_x - J_y)^2 + ?} \right] \text{ Какая величина отсутствует в формуле?}$$

- А) $4J_{xy}^2$; Б) $2J_{xy}^2$; В) J_{xy}^2 ; Г) J_{xy} .

40. Будет ли равен нулю центробежный момент инерции сечения, имеющего одну ось симметрии?

- А) нет; Б) да; В) не зависит.

41. Чему равен центробежный момент инерции относительно главных осей инерции?

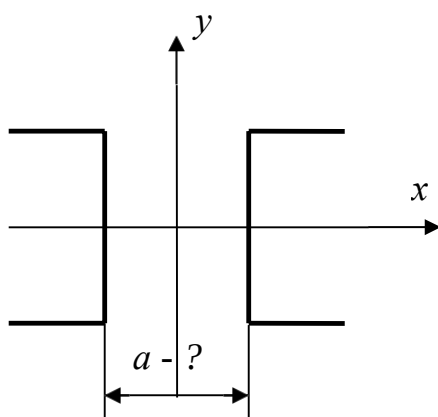
- А) $J_{xy} > 0$; Б) $J_{xy} < 0$; В) $J_{xy} = 0$

42. Вывести формулы для определения осевых моментов инерции простых фигур : прямоугольник, круг.

43. Выведите зависимости между осевыми и центробежным моментами инерции сечения для параллельных осей.

З а д а ч и

1. Определить на каком расстоянии друг от друга нужно расположить два швеллера № 14, чтобы осевые моменты инерции сечения были равны между собой.



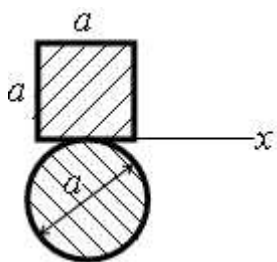
А) 4,63 см

Б) 20,4 см

В) 7,35 см

Г) 16,0 см

2. Определить осевой момент инерции сечения относительно оси x.



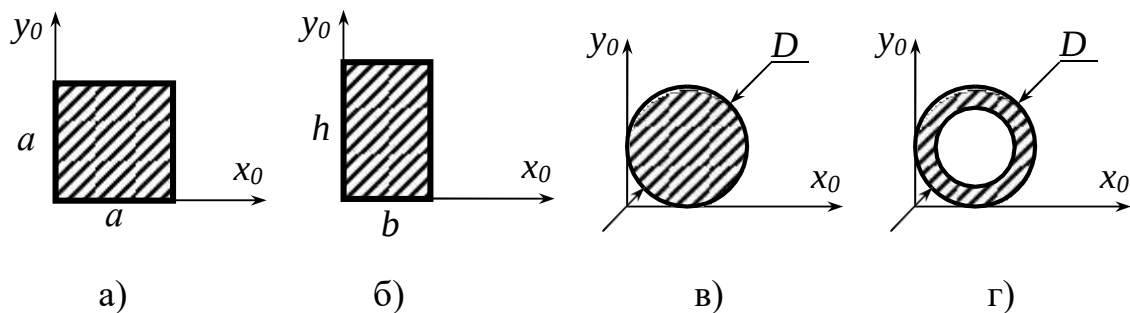
А) $0,78a^4$; Б) $0,928a^4$; В) $0,578a^4$; Г) $0,43a^4$

3. Для данного сечения – швеллер № 10 определить :
 а) осевой момент инерции сечения относительно оси X_0 ;
 б) осевой момент инерции сечения относительно оси Y_0 .



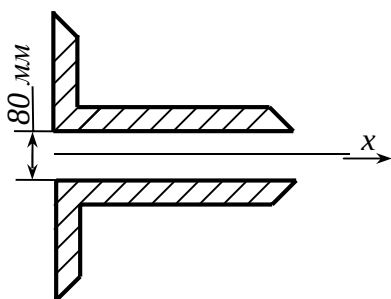
- а) А) 43 см^4 ; Б) 186 см^4 ; В) $446,5 \text{ см}^4$; Г) $20,4 \text{ см}^4$.
 б) А) 43 см^4 ; Б) 186 см^4 ; В) $446,5 \text{ см}^4$; Г) $20,4 \text{ см}^4$.

4. Для заданных сечений определить: статические моменты площади относительно оси x_0 , центробежный момент инерции $J_{x_0 y_0}$, осевые моменты инерции J_{x_0} , J_{y_0} , принять $a=5 \text{ см}$, $h=10 \text{ см}$, $b=6 \text{ см}$, $D=8 \text{ см}$, $\alpha = \frac{d}{D}=0,8$.



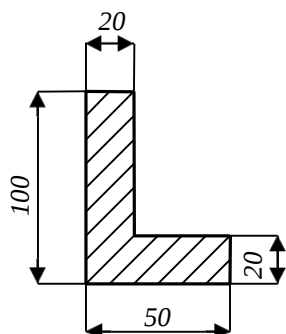
- а) А) $S_X = 62,5 \text{ см}^3$; $J_{x_0 y_0} = 127 \text{ см}^4$; $J_{x_0} = 264 \text{ см}^4$; $J_{y_0} = 264 \text{ см}^4$
 Б) $S_X = 62,5 \text{ см}^3$; $J_{x_0 y_0} = 156,3 \text{ см}^4$; $J_{x_0} = 208,3 \text{ см}^4$; $J_{y_0} = 208,3 \text{ см}^4$
 В) $S_X = 42,5 \text{ см}^3$; $J_{x_0 y_0} = 156,3 \text{ см}^4$; $J_{x_0} = 298,3 \text{ см}^4$; $J_{y_0} = 298,3 \text{ см}^4$
- б) А) $S_X = 300 \text{ см}^3$; $J_{x_0 y_0} = 900 \text{ см}^4$; $J_{x_0} = 2000 \text{ см}^4$; $J_{y_0} = 720 \text{ см}^4$
 Б) $S_X = 92,5 \text{ см}^3$; $J_{x_0 y_0} = 187 \text{ см}^4$; $J_{x_0} = 1200,3 \text{ см}^4$; $J_{y_0} = 408,6 \text{ см}^4$
 В) $S_X = 92,5 \text{ см}^3$; $J_{x_0 y_0} = 900 \text{ см}^4$; $J_{x_0} = 2000 \text{ см}^4$; $J_{y_0} = 585 \text{ см}^4$
- в) А) $S_X = 201 \text{ см}^3$; $J_{x_0 y_0} = 256,3 \text{ см}^4$; $J_{x_0} = 1200,3 \text{ см}^4$; $J_{y_0} = 1200,3 \text{ см}^4$
 Б) $S_X = 62,5 \text{ см}^3$; $J_{x_0 y_0} = 156,3 \text{ см}^4$; $J_{x_0} = 844,6 \text{ см}^4$; $J_{y_0} = 844,6 \text{ см}^4$
 В) $S_X = 201 \text{ см}^3$; $J_{x_0 y_0} = 804 \text{ см}^4$; $J_{x_0} = 1005 \text{ см}^4$; $J_{y_0} = 1005 \text{ см}^4$
- г) А) $S_X = 72,3 \text{ см}^3$; $J_{x_0 y_0} = 289,3 \text{ см}^4$; $J_{x_0} = 408 \text{ см}^4$; $J_{y_0} = 408 \text{ см}^4$
 Б) $S_X = 62,5 \text{ см}^3$; $J_{x_0 y_0} = 289,3 \text{ см}^4$; $J_{x_0} = 600,3 \text{ см}^4$; $J_{y_0} = 600,3 \text{ см}^4$
 В) $S_X = 72,3 \text{ см}^3$; $J_{x_0 y_0} = 156,3 \text{ см}^4$; $J_{x_0} = 555,3 \text{ см}^4$; $J_{y_0} = 555,3 \text{ см}^4$

5. Для сечения, составленного из двух неравнобоких уголков $100 \times 63 \times 10$, определить момент инерции J_x .



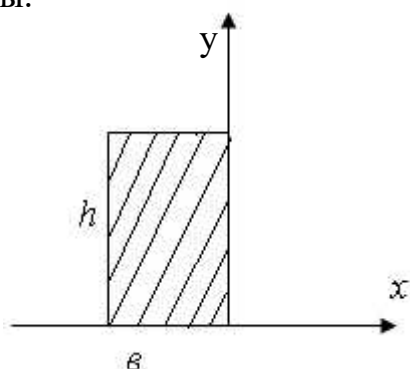
- А) $1059,4 \text{ см}^4$; Б) 308 см^4 ;
 В) 483 см^4 ; Г) 683 см^4 .

6. Определить положение центра тяжести сечения, размеры заданы в мм:



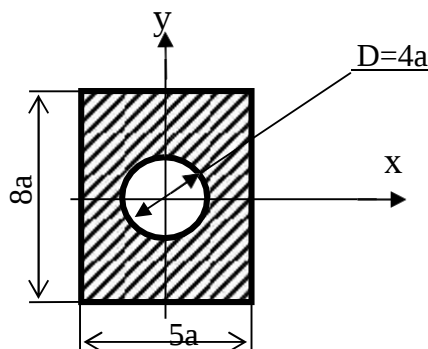
- А) $X_C = 18,77 \text{ мм}; Y_C = 26,33 \text{ мм}$;
 Б) $X_C = 15,77 \text{ мм}; Y_C = 26,33 \text{ мм}$;
 В) $X_C = 13,77 \text{ мм}; Y_C = 38,37 \text{ мм}$;
 Г) $X_C = 15,77 \text{ мм}; Y_C = 40,77 \text{ мм}$;

7. Определить центробежный момент инерции прямоугольника с размерами $b = 5 \text{ см}$, $h = 10 \text{ см}$ относительно осей проходящих через его стороны.



- А) $-416,7 \text{ см}^4$; Б) -625 см^4 ;
 В) 432 см^4 ; Г) 625 см^4

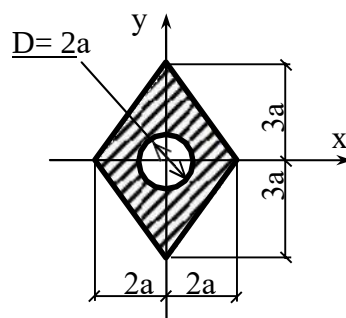
8. Для данного сечения определить главные центральные моменты инерции.



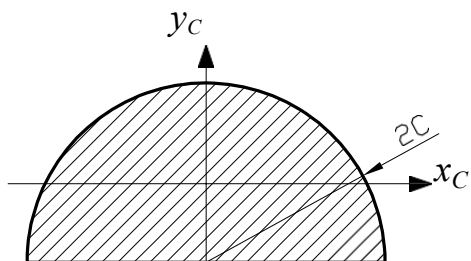
- А) $J_X = 200,8a^4$; $J_Y = 100,3a^4$
 Б) $J_X = 200,8a^4$; $J_Y = 70,8a^4$
 В) $J_X = 240,8a^4$; $J_Y = 70,8a^4$
 Г) $J_X = 120,8a^4$; $J_Y = 60,3a^4$

9. Определить моменты инерции относительно центральных осей .

- А) $J_X = 20,8a^4$; $J_Y = 7,2a^4$
 Б) $J_X = 17,2a^4$; $J_Y = 6,3a^4$
 В) $J_X = 17,2a^4$; $J_Y = 7,2a^4$
 Г) $J_X = 20,8a^4$; $J_Y = 6,3a^4$

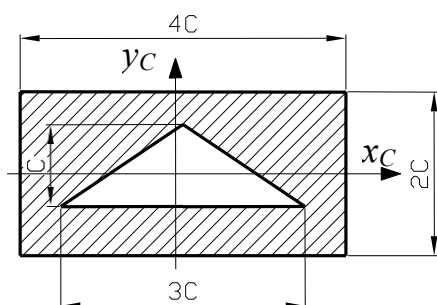


10. Определить моменты инерции сечения относительно центральных осей x_C и y_C , $c = 5\text{см}$



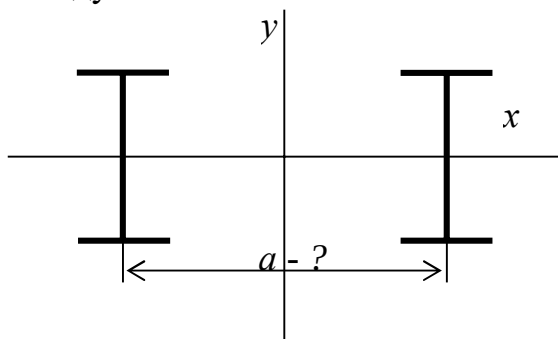
- А) $J_{x_C} = 1100\text{см}^4$; $J_{y_C} = 1200,3\text{см}^4$
 Б) $J_{x_C} = 1200,3\text{см}^4$; $J_{y_C} = 2200,3\text{см}^4$
 В) $J_{x_C} = 1100\text{см}^4$; $J_{y_C} = 3925\text{см}^4$
 Г) $J_{x_C} = 981,2\text{см}^4$; $J_{y_C} = 245,3\text{см}^4$

11. Определить момент инерции сечения относительно центральной оси y_C .



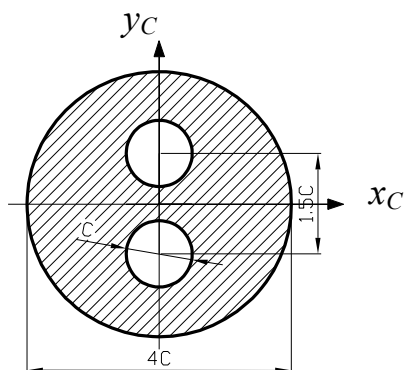
- А) $J_{y_C} = 10,1C^4$; Б) $J_{y_C} = 18,1C^4$;
 В) $J_{y_C} = 18,9C^4$; Г) $J_{y_C} = 28,1C^4$.

12. Определить на каком расстоянии друг от друга нужно расположить два двутавра № 20, чтобы осевые моменты инерции сечения были равны между собой.



- А) 20,2 см; Б) 16,04см;
 В) 12,24см; Г) 32,24см;

13. Определить моменты инерции сечения относительно центральных осей x_C и y_C .



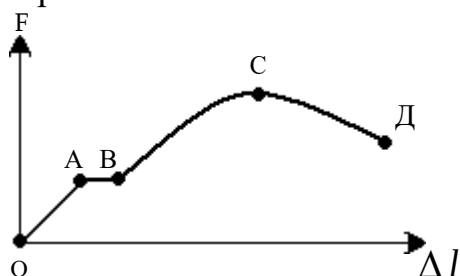
- А) $J_{x_C} = 10,39C^4$; $J_{y_C} = 10,1C^4$;
 Б) $J_{x_C} = 18,49C^4$; $J_{y_C} = 10,1C^4$;
 В) $J_{x_C} = 11,58C^4$; $J_{y_C} = 12,46C^4$;
 Г) $J_{x_C} = 38,49C^4$; $J_{y_C} = 12,46C^4$;

Т Е М А № 2

РАСТЯЖЕНИЕ И СЖАТИЕ

Перечень вопросов

1. Какой участок диаграммы растяжения является зоной упрочнения материала?



- А) участок ОА;
- Б) участок АВ;
- В) участок СД;
- Г) участок ВС.

2. Как называется напряжение, при котором деформация образца происходит при постоянном растягивающем усилии?

- А) предел прочности(временное сопротивление);
- Б) предел упругости;
- В) предел пропорциональности;
- Г) предел текучести.

3. Условие прочности при растяжении – сжатии имеет вид: $\sigma = \frac{N}{A}$; $\sigma = E\varepsilon$; $\sigma_{\max} = \frac{N_{\max}}{A} \leq [\sigma]$; $\Delta l = \frac{N l}{EA} \leq [\Delta l]$

4. Растягиваемый стержень заменили другим с площадью поперечного сечения в два раза большей. В каком из вариантов напряжения останутся неизменными:

- А) силу увеличили в 4 раза;
- Б) силу уменьшили в 2 раза;
- В) силу увеличили в 2 раза;
- Г) силу уменьшили в 4 раза.

5. Как называется напряжение, соответствующее максимальной силе?

- А) предел прочности(временное сопротивление);
- Б) предел упругости;
- В) предел пропорциональности;
- Г) предел текучести.

6. По какой из формул определяется коэффициент запаса прочности для пластичного материала?

- А) $n = \frac{\sigma_{\text{пред}}}{\sigma_{\max}}$;
- Б) $n = \frac{\sigma_T}{\sigma_{\max}}$;
- В) $n = \frac{\sigma_{\sigma}}{[\sigma]}$;
- Г) $n = \frac{\sigma_{\max}}{\sigma_T}$

7. В каких координатных осях вычерчивается машинная диаграмма?

- А) $F - \Delta l$;
- Б) $\sigma - \varepsilon$;
- В) $\sigma - \Delta l$;
- Г) $F - \varepsilon$.

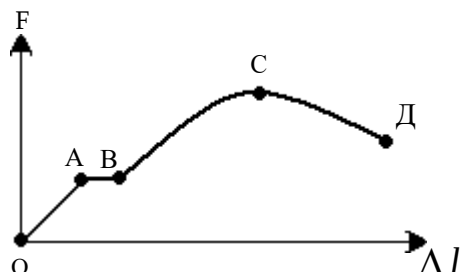
8. Какие напряжения нужно создать в образце, чтобы при повторном нагружении у него был выше предел пропорциональности?

- А) $\sigma > \sigma_T$;
- Б) $\sigma = \sigma_T$;
- В) $\sigma < \sigma_T$;
- Г) нет правильного ответа.

9. На основании какого принципа тип захвата не оказывает существенного влияния на напряженное состояние точек образца, достаточно удалённых от мест закрепления?

- А) начальных размеров; Б) возможных перемещений;
В) Сен – Венана; Г) минимума работы.

10. Какой участок диаграммы растяжения является зоной текучести ?



- А) участок ОА;
Б) участок АВ;
В) участок СД;
Г) участок ВС.

11. Сущность явления наклёпа:

- А) повышенный предел пропорциональности и большие пластические деформации;
Б) повышенный предел пропорциональности и меньшие пластические деформации;
В) большие пластические деформации;
Г) нет правильного ответа

12. По какой из формул находятся касательные напряжения в любом сечении сжатого стержня?

- А) $\sigma = \frac{N}{A}$; Б) $\tau_\alpha = \frac{\sigma}{2} \sin 2\alpha$; В) $\tau_\alpha = -\sigma \cos^2 \alpha$; Г) $\tau_\alpha = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2}$.

13. Растягиваемый стержень заменили другим, тех же размеров, с модулем Юнга в два раза большим. В каком из вариантов относительное удлинение останется прежним:

- А) силу увеличили в 4 раза; Б) силу увеличили в 2 раза;
В) силу оставили неизменной; Г) силу уменьшили в 2 раза.

14. По какой из приведённых формул определяются нормальные напряжения при растяжении:

- А) $\sigma = \frac{N}{A}$; Б) $\sigma^{\max} = \frac{M^{\max}}{W_x} \leq [\sigma]$; В) $n = \frac{\sigma_T}{\sigma^{\max}}$; Г) $\sigma_\alpha = \sigma_z \sin^2 \alpha$.

15. В каких единицах измеряются нормальные и касательные напряжения?

- А) Н/м³; Б) МПа; В) кН/м; Г) нет правильного ответа.

16. Какие параметры характеризуют пластичность материала?

- А) наибольшая выдерживаемая нагрузка;
Б) относительное остаточное удлинение;
В) одновременно и Ψ и δ ;
Г) относительное сужение площади сечения(Ψ).

17. Как называется напряжение, до которого остаточная деформация при разгрузке не обнаруживается?

- А) предел прочности ; Б) предел упругости ;
В) предел текучести; Г) предел пропорциональности.

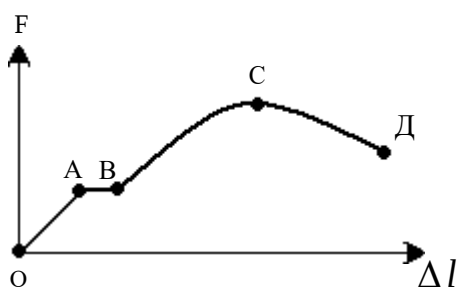
18. Два сжатых равными силами стержня отличаются только длиной. У какого деформации больше?

- А) у длинного абсолютная и относительная;
Б) у длинного абсолютная, относительные равны;
В) у короткого абсолютная и относительные равны.

19. В каком сечении сжатого стержня действуют наибольшие касательные напряжения?

- А) в поперечном сечении;
Б) в наклонных (под углом 45° к поперечному);
В) в продольных сечениях;
Г) в наклонных (под углом 60° к поперечному).

20. Какой участок диаграммы растяжения является зоной упругости?



- А) участок АВ;
Б) участок ОА;
В) участок СД;
Г) участок ВС.

21. Закон Гука при растяжении–сжатии имеет вид:
 $\sigma = \frac{N}{A}$; Б) $\sigma = E\varepsilon$; В) $\sigma_{\max} = \frac{N_{\max}}{A} \leq [\sigma]$; Г) $\Delta l = \frac{Nl}{EA} \leq [\Delta l]$

22. Разделив абсолютное удлинение стержня на его относительное удлинение, что мы получим:

- А) коэффициент Пуассона ; Б) модуль Юнга;
В) первоначальную длину стержня ; Г) нет правильного ответа .

23. Произвели наклёп материала. Как изменились его свойства и характеристики?

- А) увеличился предел пропорциональности и уменьшилась пластичность ;
Б) увеличился предел пропорциональности и увеличилась пластичность ;
В) ничего не изменилось.

24. Для какого напряжения справедлив закон Гука?

- А) предел прочности ; Б) предел упругости ;
В) предел текучести; Г) предел пропорциональности.

25. Два сжатых стержня, равные по размерам, имеют разную жёсткость (у I –го она больше). Различны ли их модули Юнга?

- А) нет. $E_1 < E_2$; Б) да. $E_1 < E_2$; В) да. $E_1 = E_2$; Г) да. $E_1 > E_2$.

26. Условие жёсткости при растяжении – сжатии:

А) $\Delta l = \frac{Nl}{EA}$; Б) $\sigma = E\varepsilon$; В) $\sigma_{\max} = \frac{N_{\max}}{A} \leq [\sigma]$; Г) $\Delta l = \frac{Nl}{EA} \leq [\Delta l]$

27. Какие напряжения возникают в поперечном сечении при центральном растяжении – сжатии?

А) касательные; Б) нормальные; В) τ и σ ; Г) τ_α и σ_α .

28. Полная деформация образца состоит из:

А) упругой и пластической; Б) пластической; В) только упругой.

29. Если продольная сила N вызывает сжатие, то она считается:

А) положительной; Б) отрицательной; В) нет правильного ответа.

30. Какой зависимостью связано полное напряжение с составляющими σ и τ ?

А) $P = \sqrt{\sigma^2 + \tau^2}$; Б) $P = \sigma^2 - \tau^2$; В) $P = \sqrt{\sigma - \tau}$; Г) нет правильного ответа.

31. Отношение относительной поперечной деформации к относительной продольной деформации называется:

А) коэффициентом Пуассона; Б) модулем упругости;
В) первоначальной длиной стержня; Г) абсолютным удлинением.

32. Известно, что материалы по-разному работают на растяжение – сжатие. У каких материалов меньше различий?

А) у пластичных; Б) у хрупких; В) нет различия.

33. Как по диаграмме $\sigma - \varepsilon$ определить модуль Юнга?

А) $E = \frac{\varepsilon}{\sigma}$; Б) $\operatorname{tg} \alpha$; В) $\sin \alpha$; Г) нет правильного ответа.

34. По какой из формул определяется коэффициент запаса прочности для хрупкого материала?

А) $n = \frac{\sigma_{\text{пред}}}{\sigma_{\max}}$; Б) $n = \frac{\sigma_T}{\sigma_{\max}}$; В) $n = \frac{\sigma_\sigma}{\sigma_{\max}}$; Г) $n = \frac{\sigma_{\max}}{\sigma_T}$.

35. Как вычисляются нормальные напряжения в наклонных сечениях центрально растянутого, или сжатого бруса?

А) $\sigma = \frac{N}{A}$; Б) $\tau = \frac{\sigma}{2} \sin 2\alpha$; В) $\sigma_\alpha = \sigma \cos^2 \alpha$; Г) $\tau_\alpha = -\sigma \cos^2 \alpha$.

36. Какие перемещения получают поперечные сечения стержня при растяжении–сжатии?

А) линейные; Б) угловые; В) линейные и угловые.

37. График, показывающий изменение величины напряжений по высоте или ширине поперечного сечения называют:

А) эпюрой напряжений; Б) эпюрой моментов; В) эпюрой сил.

38. Величина коэффициента Пуассона колеблется в интервале:

А) $0 \leq \mu \leq 0,5$; Б) $0 \geq \mu \geq 0,5$; В) $0 \leq \mu \leq 1$; Г) $0 \geq \mu \geq 1$.

39. Отношение абсолютного удлинения к первоначальной длине бруса называется:

А) относительной продольной деформацией; Б) модулем упругости;

В) относительной поперечной деформацией; Г) полным удлинением.

40. Указать выражение, соответствующее жёсткости сечения при растяжении-сжатии.

А) EJ ; Б) EA ; В) GA ; Г) GJ_P .

41. Допускаемое нормальное напряжение для пластичных материалов определяется:

А) $[\sigma] = \frac{\sigma_B}{[n_B]}$; Б) $[\sigma] = \frac{\sigma_T}{[n_T]}$; В) $n = \frac{\sigma_s}{[\sigma]}$; Г) $n = \frac{\sigma_{\max}}{\sigma_T}$

42. Каким соотношением может быть выражена сила «N» через нормальные напряжения?

А) $N = \int_A \sigma dA$; Б) $N = \sum N_i$; В) нет правильного ответа.

43. Какие свойства материала характеризует коэффициент Пуассона?

А) остаточные; Б) пластические; В) упругие.

44. Абсолютное удлинение выражается формулой:

А) $\Delta l = \frac{Nl}{EA} \leq [\Delta l]$; Б) $\Delta l = \frac{Nl}{EA}$; В) $\epsilon = \frac{\Delta l}{l}$; Г) нет правильного ответа.

45. Сколько внутренних силовых факторов возникает в поперечных сечениях прямого бруса при центральном растяжении (сжатии)?

А) два; Б) один; В) отсутствуют;

46. Если продольная сила N вызывает растяжение, то она считается:

А) положительной; Б) отрицательной; В) нет правильного ответа.

47. Определение нормальных и касательных напряжений на наклонных площадках при растяжении – сжатии. Вывод формулы.

48. Вывести формулу определения нормальных напряжений при растяжении-сжатии.

З а д а ч и

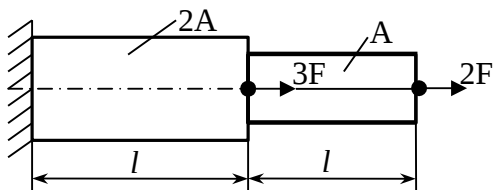
1. Стержень растягивается силой $F = 7,85$ кН, диаметр поперечного сечения $D = 10$ мм. Чему равны напряжения в поперечном сечении бруса?

А) 200 МПа; Б) 100 МПа; В) 50 МПа; Г) 120 МПа.

2. Определить модуль Юнга, если $D = 2$ см, $l = 2$ м, $F = 8$ кН, $\Delta l = 0,5$ мм.

А) $\approx 2 \cdot 10^5$ МПа; Б) $\approx 1 \cdot 10^5$ МПа; В) $\approx 10^4$ МПа; Г) $1,33 \cdot 10^5$ МПа.

3. Определить допускаемое значение нагрузки $[F]$ для стального бруса, если $A = 10$ см², $[\sigma] = 160$ МПа



А) $[F] = 32$ кН ;

Б) $[F] = 64$ кН ;

В) $[F] = 320$ кН ;

Г) $[F] = 48$ кН .

4. Какое напряжение возникает при затяжке болта, если $l = 160\text{мм}$, $\Delta l = 0,12\text{мм}$, $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$?

- А) 150 МПа; Б) 100 МПа; В) 50 МПа; Г) 120 МПа.

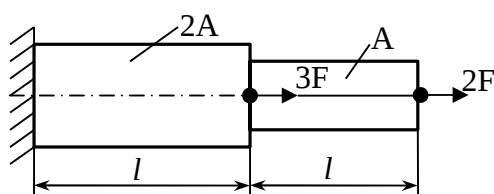
5. Какую наибольшую нагрузку может выдержать деревянный столб сечением $16 \times 16 \text{ см}^2$ при сжимающем нагружении не более 10 МПа?

- А) 25,6 кН; Б) 256 кН; В) 38,7 кН; Г) 0,387 кН.

6. Проволока длиной $l=10\text{м}$ под действием растягивающей силы $F=700\text{Н}$ удлинилась на $\Delta l=11\text{мм}$. Определить модуль упругости E , если $A=3,1\text{мм}^2$.

- А) $E=2,05 \cdot 10^5 \text{ МПа}$; Б) $E=1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$; В) $E=1,33 \cdot 10^5 \text{ МПа}$.

7. Определить общее изменение длины бруса, если $A=10\text{см}^2$, $l=1\text{м}$, $E=2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$, $F = 20 \text{ кН}$.



- А) $\Delta l = 0,3\text{мм}$;
Б) $\Delta l = 0,45\text{мм}$;
В) $\Delta l = 0,58\text{мм}$;
Г) $\Delta l = 4,5\text{мм}$.

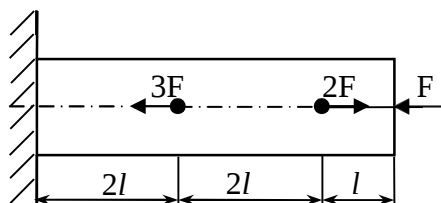
8. Определить напряжение в канате, состоящем 40 проволок, каждая диаметром $D=2\text{мм}$, при растяжении нагрузкой $F = 20\text{кН}$.

- А) $\sigma = 122 \text{ МПа}$; Б) $\sigma = 159,2 \text{ МПа}$; В) $\sigma = 66,4 \text{ МПа}$; Г) $\sigma = 136,4\text{МПа}$.

9. Найти напряжения возникающие в поперечном сечении стального стержня $l=200\text{мм}$, если при нагружении растягивающим усилием его длина стала $l_1=200,1\text{мм}$. Принять $E=2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$.

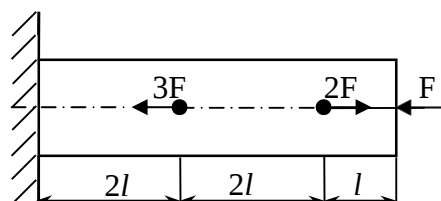
- А) 10 МПа; Б) 100 МПа; В) 50 МПа; Г) 120 МПа

10. Для заданного бруса определить наибольшие нормальные напряжения. Если $F = 10\text{кН}$, $A = 2\text{см}^2$



- А) 10 МПа;
Б) 100 МПа;
В) 50 МПа;
Г) 120 МПа .

11. Определить изменение длины бруса. Если $F=10\text{кН}$, $A=2\text{см}^2$, $E=2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$, $l=0,2\text{м}$



- А) $\Delta l = -0,15\text{мм}$;
Б) $\Delta l = -2\text{мм}$;
В) $\Delta l = -3\text{мм}$;
Г) $\Delta l = 4,5\text{мм}$.

12. Две проволоки, одна стальная, другая медная, имеют одинаковую длину и нагружены одинаковыми растягивающими усилиями. Медная проволока имеет диаметр $D = 1\text{мм}$. Чему равен диаметр стальной

проволоки, если обе проволоки удлиняются на одинаковую величину. Принять $E_{ст}=2 \cdot 10^5$ МПа, $E_{м}=1 \cdot 10^5$ МПа

А) $D \approx 0,9$ мм; Б) $D \approx 0,71$ мм; В) $D \approx 1,9$ мм; Г) $D \approx 0,98$ мм.

13. Стальной брус квадратного сечения под действие нагрузки удлиняется в продольном направлении на величину $\Delta l = 3,2 \cdot 10^{-2}$ мм, а в поперечном направлении сжался на $\Delta h = 0,03 \cdot 10^{-2}$ мм. Найти коэффициент Пуассона μ , если $l = 30$ см; $h = 1$ см

А) $\mu = 0,28$; Б) $\mu = 0,25$; В) $\mu = 0,3$; Г) $\mu = 0,2$.

14. Стержень растягивается силой $F = 15,7$ кН, диаметр поперечного сечения $D = 20$ мм. Чему равны напряжения в поперечном сечении бруса?

А) 110 МПа; Б) 100 МПа; В) 50 МПа; Г) 150 МПа.

15. Проволока длиной $l = 10$ м под действием растягивающей силы $F = 800$ Н удлинилась на $\Delta l = 15$ мм. Определить модуль упругости E , если $A = 4$ мм².

А) $E = 2,05 \cdot 10^5$ МПа; Б) $E = 1 \cdot 10^5$ МПа; В) $E = 1,33 \cdot 10^5$ МПа.

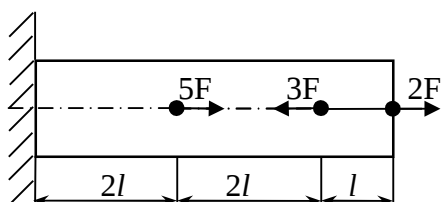
16. Определить напряжение в канате, состоящем 36 проволок, каждая диаметром $D = 1$ мм, при растяжении нагрузкой $F = 9$ кН

А) $\sigma = 300$ МПа; Б) $\sigma = 159,2$ МПа; В) $\sigma = 319$ МПа; Г) $\sigma = 36,4$ МПа.

17. Стальной образец диаметром $D = 20$ мм и расчётной длиной $l = 200$ мм растянут на испытательной машине. Длина деформированного образца $l_1 = 200,15$ мм. Определить растягивающее усилие, приняв модуль $E = 2 \cdot 10^5$ МПа.

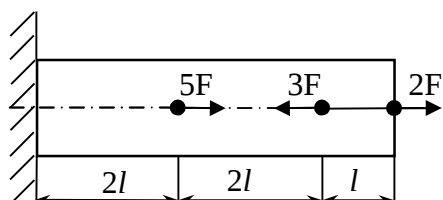
А) $N = 47,1$ кН; Б) $N = 36,2$ кН; В) $N = 38$ кН; Г) $N = 76,2$ кН.

18. Определить допускаемое значение нагрузки $[F]$ для стального бруса, если $A = 10$ см², $[\sigma] = 160$ МПа.



А) $[F] = 32$ кН;
Б) $[F] = 68$ кН;
В) $[F] = 40$ кН;
Г) $[F] = 48$ кН.

19. Для заданного бруса определить наибольшие нормальные напряжения и общее изменение длины бруса. Если $F = 20$ кН, $A = 10$ см², $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, $l = 0,2$ м.



А) $\sigma = 10$ МПа; $\Delta l = 1,6$ мм;
Б) $\sigma = 80$ МПа; $\Delta l = 2,2$ мм;
В) $\sigma = 80$ МПа; $\Delta l = 0,16$ мм;
Г) $\sigma = 40$ МПа; $\Delta l = 4,5$ мм.

20. При подвешивании некоторого груза к стальной проволоке ($E = 2 \cdot 10^5$ МПа) длиной 3 м и диаметром 1,6 мм её удлинение оказалось равным 1,5 мм. Затем тот же груз был подвешен к медной проволоке

длиной 1,8 м с диаметром 3,2 мм, и в этом случае удлинение получилось равным 0,39 мм. Определить модуль упругости медной проволоки.

А) $E=2,05 \cdot 10^5$ МПа; Б) $E=1,15 \cdot 10^5$ МПа; В) $E=1,33 \cdot 10^5$ МПа .

21. Чугунная колонна ($E=1,2 \cdot 10^5$ МПа) кольцевого поперечного сечения имеет наружный диаметр 30 см и толщину стенки 30 мм. Определить относительное укорочение колонны при нагрузке 600 кН, если высота колонны 4 м.

А) $\epsilon = 0,78$; Б) $\epsilon = 1,95 \cdot 10^{-4}$; В) $\epsilon = 1,95 \cdot 10^{-2}$; Г) $\epsilon = 0,95 \cdot 10^{-2}$

Т Е М А № 3

ИЗГИБ

Перечень вопросов

1. Возникновением каких внутренних силовых факторов характеризуется прямой поперечный изгиб?

А) $M_{изг}$; Б) $M_{изг}$ и Q ; В) Q ; Г) нет правильного ответа.

2. Как называется внутренний силовой фактор, численно равный сумме поперечных внешних сил, приложенных к балке по одну сторону от рассматриваемого сечения?

А) осевая сила; Б) крутящий момент;
В) изгибающий момент; Г) поперечная сила.

3. Назовите внутренний силовой фактор, численно равный сумме моментов внешних сил, приложенных по одну сторону от рассматриваемого сечения относительно центра тяжести этого сечения.

А) осевая сила; Б) крутящий момент;
В) изгибающий момент; Г) поперечная сила.

4. Возникновением каких внутренних силовых факторов характеризуется прямой чистый изгиб?

А) $M_{изг}$; Б) $M_{изг}$ и Q ; В) Q ; Г) нет правильного ответа.

5. По какому закону меняется по длине оси бруса поперечная сила и изгибающий момент при отсутствии распределенной нагрузки?

А) $Q=0$, изгибающий момент имеет постоянное значение;
Б) сила имеет постоянное значение, изгибающий момент меняется по линейному закону;
В) поперечная сила меняется по линейному закону, а изгибающий момент – по закону квадратной параболы.

6. По какому закону меняется по длине оси бруса поперечная сила и изгибающий момент на участках бруса, на которых действует равномерно распределённая нагрузка?

А) $Q=0$, изгибающий момент имеет постоянное значение;
Б) сила имеет постоянное значение, изгибающий момент меняется по линейному закону;
В) поперечная сила меняется по линейному закону, а изгибающий момент – по закону квадратной параболы.

7. Чему равна горизонтальная опорная реакция горизонтальной балки при вертикальной нагрузке?

А) зависит от внешней нагрузки; Б) нулю;
В) величине вертикальной нагрузки; Г) нет правильного ответа.

8. Чему равна поперечная сила в сечениях бруса, в которых изгибающий момент достигает экстремальных значений?

- А) 0; Б) $Q^{\max}$; В) не зависит.

9. Первая производная от изгибающего момента по длине балки равна:

- А) поперечной силе; Б) изгибающему моменту;
В) интенсивности равномерно распределенной нагрузки.

10. На участке балки, производная от момента по координате сечения $\frac{dM}{dz} = 0$. Какой изгиб испытывает балка, если все силы лежат в главной

плоскости инерции на этом участке?

- А) плоский изгиб; Б) поперечный изгиб;
В) чистый изгиб; Г) нет правильного ответа.

11. Вторая производная от изгибающего момента по длине балки равна:

- А) поперечной силе; Б) изгибающему моменту;
В) интенсивности равномерно распределенной нагрузки.

12. Первая производная от поперечной силы по длине балки равна:

- А) поперечной силе; Б) изгибающему моменту;
В) интенсивности равномерно распределенной нагрузки.

13. Дифференциальные зависимости при изгибе между поперечной силой и изгибающим моментом:

- А) $q=Q'$; Б) $M=Q'$; В) $Q=M'$; Г) $Q=M$.

14. По какой из приведённых формул вычисляются нормальные напряжения при плоском изгибе в произвольной точке сечения.

- А) $\sigma = E \cdot \varepsilon$; Б) $\sigma = \frac{M \cdot y}{J_x}$; В) $\sigma = \frac{M_{изг}}{W_x}$; Г) $\sigma = \frac{N}{A}$.

15. Какие напряжения в поперечных сечениях балки изменяются по линейному закону по высоте сечения?

- А) τ ; Б) σ ; В) τ и σ ; Г) нет правильного ответа.

16. Условие прочности при изгибе имеет вид:

- А) $\sigma^{\max} = \frac{M^{\max}}{W_x} \leq [\sigma]$; Б) $\sigma = \frac{M \cdot y}{J_x}$; В) $\sigma^{\max} = \frac{N^{\max}}{A} \leq [\sigma]$; Г) $\tau^{\max} = \frac{T^{\max}}{W_p} \leq [\tau]$.

17. Поперечные сечения бруса, плоские и нормальные к его оси до деформации, остаются плоскими и нормальными к оси и после деформации. Что за гипотеза сформулирована?

- А) суперпозиции; Б) начальных размеров;
В) Бернулли (плоских сечений); Г) нет правильного ответа.

18. Как изменятся напряжения, если стальную балку заменили такой же медной?

- А) уменьшатся; Б) не изменятся; В) увеличатся.

19. Разделив изгибающий момент на осевой момент сопротивления, получим:

- А) нормальное напряжение; Б) допускаемую силу;
В) момент инерции; Г) касательное напряжение.

20. По какой формуле определяются максимальные нормальные напряжения при изгибе?

А) $\sigma_{\max} = \frac{E \cdot y}{\rho}$; Б) $\sigma_{\max} = \frac{M}{W_x}$; В) $\sigma_{\max} = \frac{M \cdot y}{J_x}$; Г) $\sigma = \frac{N}{A}$.

21. Какой вид имеет закон Гука при изгибе?

А) $\sigma = \frac{M}{W_x}$; Б) $\tau = G\rho\theta$; В) $\tau = \frac{T \cdot \rho}{J_p}$; Г) $\sigma = \frac{E \cdot y}{\rho}$.

22. Формула проектного расчёта при изгибе:

А) $\sigma \leq \frac{M_x}{W_x}$; Б) $\left[\frac{M_x}{W_x} \right] = [\sigma]$; В) $\tau \leq \frac{T}{W_p}$; Г) $\left[\frac{T}{W_p} \right] = [\tau]$.

23. По какой формуле определяется коэффициент запаса прочности балки, изготовленной из пластичного материала?

А) $n = \frac{[\sigma]}{\sigma_{\max}}$; Б) $n = \frac{\sigma_T}{\sigma_{\max}}$; В) $n = \frac{\sigma_{\sigma}}{\sigma_{\max}}$; Г) $n = \frac{\sigma_{\max}}{\sigma_T}$.

24. Формула для определения максимальной допускаемой нагрузки при изгибе:

А) $[M_{\max}] = W_x \cdot [\sigma]$; Б) $W_x \geq \frac{M_x}{[\sigma]}$; В) $T \leq W_p [\tau]$; Г) $[N_{\max}] = A \cdot [\sigma]$.

25. По какой формуле определяется перенапряжение?

А) $\frac{\sigma_T}{\sigma_{\max}}$; Б) $\frac{\sigma_{\max}}{[\sigma]}$; В) $\frac{\sigma_{\max} - [\sigma]}{[\sigma]} \cdot 100\%$; Г) нет правильного ответа.

26. Формула проверочного расчёта при изгибе:

А) $\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_x} \leq [\sigma]$; Б) $\sigma = \frac{M \cdot y}{J_x}$; В) $\sigma_{\max} = \frac{N_{\max}}{A} \leq [\sigma]$; Г) $\tau_{\max} = \frac{T_{\max}}{W_p} \leq [\tau]$.

27. В каком случае целесообразно выбирать поперечное сечение балки, несимметричное относительно нейтральной оси?

- А) если материал балки сопротивляется одинаково как растяжению, так и сжатию;
Б) если допускаемые напряжения на растяжение и сжатие для данного материала различны;
В) нет правильного ответа.

28. Как изменяются нормальные напряжения по ширине сечения?

- А) постоянны; Б) по линейному закону; В) по параболическому закону;

29. Какие поперечные сечения являются рациональными для балок из пластичного материала: круг, кольцо, двутавр при равных площадях?

- А) круг; Б) кольцо; В) двутавр; Г) безразлично.

30. Нормальные напряжения в двутавровом сечении балки достигают максимального значения:

- А) на нейтральной линии; Б) в крайних точках;
В) на расстоянии $h/4$ от нейтральной линии.

31. По какой из приведённых формул определяются касательные напряжения при плоском поперечном изгибе?

- А) $\tau = \frac{Q \cdot S^*}{b \cdot J}$; Б) $\tau = \frac{T \cdot \rho}{J_p}$; В) $\tau = G\gamma$; Г) $\tau = G\rho\theta$.

32. Какие напряжения достигают наибольших значений в области нейтральной оси.

- А) нормальные; Б) касательные; В) таких напряжений не существует.

33. Формула определения максимальных касательных напряжений при изгибе для круглого сечения:

- А) $\tau_{\max} = \frac{4Q}{3A}$; Б) $\tau_{\max} = \frac{2Q}{3A}$; В) $\tau_{\max} = \frac{3Q}{2A}$; Г) $\tau_{\max} = \frac{Q}{A}$.

34. Чему равны максимальные касательные напряжения при изгибе в прямоугольном поперечном сечении балки?

- А) $\tau_{\max} = \frac{4Q}{3A}$; Б) $\tau_{\max} = \frac{2Q}{3A}$; В) $\tau_{\max} = \frac{3Q}{2A}$; Г) $\tau_{\max} = \frac{Q}{A}$.

35. Как изменяются касательные напряжения по высоте сечения?

- А) постоянны; Б) по линейному закону; В) по параболическому закону;

36. Чему равны касательные напряжения при изгибе в крайних волокнах балки?

- А) 0; Б) $\tau_{\max}$; В) $\frac{\tau}{2}$; Г) нет правильного ответа.

37. Укажите, какая из приведённых величин является осевым моментом сопротивления:

- А) $W_x = \frac{J_x}{y_{\max}}$; Б) $J_x = \int_A y^2 dA$; В) $W_p = \frac{J_p}{\rho_{\max}}$; Г) $J_{xy} = \int_A xy dA$.

38. В каких единицах измеряется осевой момент сопротивления?

- А) см^4 ; Б) см^2 ; В) см^3 ; Г) см .

39. Чему равен осевой момент сопротивления круглого сечения?

- А) $\frac{\pi D^3}{32}$; Б) $\frac{\pi D^4}{64}$; В) $\frac{\pi D^3}{12}$; Г) $\frac{\pi D^3}{16}$.

40. Осевой момент сопротивления для прямоугольника с размерами $b \times h$ определяется:

- А) $\frac{hb^2}{12}$; Б) $\frac{bh^3}{12}$; В) $\frac{bh^2}{6}$; Г) $\frac{hb^3}{12}$.

41. Осевой момент сопротивления кольца равен:

- А) $W_x = \frac{\pi D^3}{32} \cdot (1 - \alpha^4)$; Б) $W_x = \frac{\pi D^4}{64} \cdot (1 - \alpha^4)$;

$$\text{В)} W_x = \frac{\pi D^3}{32} (1 - a^3); \quad \text{Г)} W_x = \frac{\pi D^3}{16} (1 - a^4).$$

42. Осевой момент сопротивления квадрата со стороной «а» определяется :

$$\text{А)} \frac{a^3}{6}; \quad \text{Б)} \frac{a^4}{12}; \quad \text{В)} \frac{a^3}{32}; \quad \text{Г)} \frac{a^4}{6}.$$

43. Осевой момент инерции квадрата с размерами (а × а) относительно центральной оси "Х" равен :

$$\text{А)} \frac{a^3}{6}; \quad \text{Б)} \frac{a^4}{12}; \quad \text{В)} \frac{a^4}{6}; \quad \text{Г)} a^2.$$

44. Чему равен осевой момент инерции круга относительно оси, проходящей через его центр тяжести ?

$$\text{А)} \frac{\pi D^4}{32}; \quad \text{Б)} \frac{\pi D^4}{64}; \quad \text{В)} \frac{\pi D^3}{16}; \quad \text{Г)} \frac{\pi D^3}{32}.$$

45. Осевой момент инерции кольца с размерами d×D относительно центральной оси "Х" равен:

$$\text{А)} \frac{\pi D^4}{64} + \frac{\pi d^4}{64}; \quad \text{Б)} \frac{\pi D^4}{64} (1 - a^4); \quad \text{В)} \frac{\pi D^4}{32} (1 - a^4); \quad \text{Г)} \frac{\pi D^3}{16} (1 - a^4).$$

46. Какие перемещения получают поперечные сечения балок при изгибе?

А) линейные; Б) угловые; В) линейные и угловые.

47. Проинтегрировав уравнение $EJy'' = M$ дважды, получим:

А) уравнение углов поворота; Б) кривизну балки;
В) уравнение прогибов; Г) нет правильного ответа.

48. Указать выражение, соответствующее жесткости сечения при изгибе:

А) EJ ; Б) GA ; В) GJ_p ; Г) EA .

49. По какой из формул определяется кривизна изогнутой оси бруса, характеризующая деформацию изгиба.

$$\text{А)} \sigma = \frac{E \cdot y}{\rho}; \quad \text{Б)} \frac{1}{\rho} = \frac{M_x}{EJ_x}; \quad \text{В)} \rho = \frac{M \cdot y}{J_x}; \quad \text{Г)} \rho = \frac{M_x}{EJ_x}.$$

50. Приближенное дифференциальное уравнение упругой линии балки имеет вид:

$$\text{А)} EJ_x y'' = M_x(z); \quad \text{Б)} EJ_x y'' = M_x + Q_y; \\ \text{В)} EJ_x y' = \int M_x dz + c; \quad \text{Г)} \text{нет правильного ответа.}$$

51. Какая связь между линейными и угловыми перемещениями при изгибе?

$$\text{А)} y = \theta'; \quad \text{Б)} \theta = y'; \quad \text{В)} y = \theta; \quad \text{Г)} y'' = \theta.$$

52. Формула максимального прогиба для консольной балки длиной l , нагруженной на конце силой F :

$$\text{А)} f = \frac{Fl^3}{48EJ}; \quad \text{Б)} f = \frac{Fl^3}{3EJ}; \quad \text{В)} f = \frac{5Fl^3}{384EJ}; \quad \text{Г)} f = \frac{Fl^4}{3EJ}.$$

53. Формула максимального прогиба для шарнирно опертой балки длиной l , нагруженной посередине силой F :

А) $f = \frac{Fl^3}{48EJ}$; Б) $f = \frac{Fl^3}{3EJ}$; В) $f = \frac{5Fl^3}{384EJ}$; Г) $f = \frac{Fl^4}{3EJ}$.

54. Что такое упругая линия балки?

- А) кривизна нейтрального слоя; Б) нейтральная линия сечения;
В) изогнутая ось балки; Г) ось балки.

55. Условие жёсткости при изгибе:

А) $\sigma^{\max} \leq [\sigma]$; Б) $f \leq [f]$; В) $f \geq \frac{l}{400}$; Г) $f \geq \frac{l}{200}$.

56. Формула определения максимального прогиба для шарнирно опертой балки длиной l , нагруженной равномерно распределённой нагрузкой q :

А) $f = \frac{Fl^3}{48EJ}$; Б) $f = \frac{ql^4}{3EJ}$; В) $f = \frac{5ql^4}{384EJ}$; Г) $f = \frac{Fl^4}{3EJ}$.

57. Вывод дифференциальных зависимостей между интенсивностью распределенной нагрузки, поперечной силой и изгибающим моментом.

58. Чему равна кривизна оси балки при чистом изгибе? Выведите соответствующую формулу.

59. По какой формуле определяются нормальные напряжения в поперечном сечении балки при чистом изгибе и как они меняются по высоте балки? Выведите указанную формулу.

60. Выведите формулу для определения касательных напряжений в поперечных сечениях балки при прямом поперечном изгибе.

61. Вывести приближенное дифференциальное уравнение упругой линии балки для определения линейных и угловых деформаций при изгибе.

З а д а ч и

1. Консольная балка двутаврового сечения №20 ($W_x=184 \text{ см}^3$) и пролётом $l = 2 \text{ м}$ нагружена сплошной равномерной нагрузкой $q = 10 \text{ кН/м}$. Вычислить коэффициент запаса прочности для опасной точки балки, если предел текучести её материала $\sigma_t = 240 \text{ МПа}$.

А) $n = 2,2$; Б) $n = 1,2$; В) $n = 0,45$; Г) $n = 1,6$.

2. Определить наибольший прогиб в шарнирно опертой балке пролетом $l=2 \text{ м}$, нагруженной посередине силой $F=15 \text{ кН}$. Балка имеет квадратное сечение со стороной $a=10 \text{ см}$. Модуль упругости материала балки $E=2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$.

А) $f = 0,15 \text{ см}$; Б) $f = 1,5 \text{ см}$; В) $f = 0,5 \text{ см}$; Г) $f = 0,3 \text{ см}$.

3. Для консольной балки, нагруженной сосредоточенным моментом $M = 60 \text{ кН} \cdot \text{м}$. Определить нормальные напряжения в крайних точках

опасного сечения. Сечение балки – прямоугольник со сторонами: ширина $b = 20\text{см}$ и высота $h = 30\text{см}$.

А) $\pm 40\text{ МПа}$; Б) $\pm 20\text{ МПа}$; В) $\pm 10\text{ МПа}$; Г) $\pm 140\text{ МПа}$.

4. Определить наибольший прогиб в шарнирно опертой балке пролетом $l=2\text{м}$, нагруженной посередине силой $F=15\text{кН}$. Балка имеет круглое сечение $D=10\text{см}$. Модуль упругости материала балки $E=2\cdot 10^5\text{МПа}$.

А) $f = 0,26\text{ см}$; Б) $f = 2,6\text{ см}$; В) $f = 0,026\text{ см}$; Г) $f = 26\text{ см}$.

5. Определить величину наибольших касательных напряжений для консольной балки, нагруженной на свободном конце силой $F = 12\text{ кН}$, сечение балки – прямоугольник со сторонами $b = 2\text{см}$, $h = 3\text{см}$.

А) 12 МПа ; Б) 42 МПа ; В) 30 МПа ; Г) 3 МПа .

6. Определить наибольший прогиб в шарнирно опертой балке пролетом $l=2\text{м}$, нагруженной посередине силой $F=15\text{кН}$. Сечение балки – двутавр №12. Модуль упругости материала балки $E=2\cdot 10^5\text{МПа}$.

А) $f = 0,357\text{ см}$; Б) $f = 3,57\text{ см}$; В) $f = 0,9\text{ см}$; Г) $f = 9\text{ см}$.

7. Для консольной балки круглого поперечного сечения определить величину допускаемой силы F , приложенной на свободном конце балки, если $[\sigma]=160\text{ МПа}$, $l=1\text{м}$, $D=10\text{ см}$.

А) $15,7\text{ кН}$; Б) $16,3\text{ кН}$; В) 163 кН ; Г) 157 кН .

8. Определить максимальный прогиб консоли длиной $l = 1\text{м}$, нагруженной на свободном конце силой $F= 2\text{ кН}$. Сечение консоли – квадрат со стороной $a = 15\text{см}$. Модуль упругости материала балки $E = 10^4\text{ МПа}$.

А) $f = 0,5\text{ см}$; Б) $f = 1,6\text{ см}$; В) $f = 0,16\text{ см}$; Г) $f = 5\text{ см}$.

9. Определить величину наибольших касательных напряжений для консольной балки, нагруженной на свободном конце силой $F = 8\text{ кН}$, сечение балки – прямоугольник со сторонами $b = 4\text{см}$, $h = 6\text{см}$.

А) 15 МПа ; Б) $0,5\text{ МПа}$; В) 5 МПа ; Г) $10,5\text{ МПа}$.

10. Определить максимальный прогиб консоли длиной $l = 1\text{м}$, нагруженной на свободном конце силой $F = 2\text{кН}$. Сечение консоли – круг, $D = 10\text{см}$. Модуль упругости материала балки $E = 10^4\text{ МПа}$.

А) $f = 13,6\text{ см}$; Б) $f = 0,36\text{ см}$; В) $f = 1,36\text{ см}$; Г) $f = 1,6\text{ см}$.

11. Подобрать квадратное сечение консоли длиной 2 м , нагруженной силой 2 кН на конце. Считать допускаемое напряжение $[\sigma]=160\text{ МПа}$.

А) $a \geq 5,3\text{ см}$; Б) $a \geq 7,2\text{ см}$; В) $a \geq 6,4\text{ см}$; Г) $a \geq 6,8\text{ см}$.

12. Определить прогиб посередине шарнирно опертой балки, нагруженной равномерно распределённой нагрузкой $q=4\text{кН/м}$. Сечение балки прямоугольник $b=10\text{ см}$, $h=20\text{ см}$, $l=3\text{ м}$, $E=10^4\text{ МПа}$.

А) $f = 0,63\text{ см}$; Б) $f = 6,3\text{ см}$; В) $f = 63\text{ мм}$ Г) Верны ответы Б и В.

13. Для консольной балки длиной 2 м , нагруженной на конце силой 2 кН , определить размеры кольцевого сечения если $d=0,8D$. Принять $[\sigma]=160\text{ МПа}$.

А) $D=9\text{ см}$; $d = 7,2\text{ см}$; Б) $D=7,5\text{ см}$; $d = 6\text{ см}$;

В) $D=10$ см; $d = 8$ см ; Г) $D=12$ см; $d = 9$ см .

14. Определить прогиб посередине шарнирно опёртой балки, нагруженной равномерно распределённой нагрузкой $q=4$ кН/м. Сечение балки – круг $D=10$ см, $l=3$ м, $E=10^4$ МПа.

А) $f = 8,6$ см; Б) $f = 86$ мм ; В) $f = 0,8$ см ; Г) Верны ответы А и Б.

15. Подобрать круглое сечение консоли длиной 2 м, нагруженной силой 2 кН на конце, считать допускаемое напряжение $[\sigma]=160$ МПа.

А) $D=8,4$ см; Б) $D=6,3$ см ; В) $D=10,4$ см; Г) Нет верного ответа .

16. Определить прогиб посередине шарнирно опёртой балки, нагруженной равномерно распределённой нагрузкой $q=4$ кН/м. Сечение балки – кольцо $d \times D$, $\alpha = 0,8$, $E = 10^4$ МПа, $D=20$ см, $l=3$ м.

А) $f = 0,91$ см; Б) $f = 0,7$ см ; В) $f = 9,1$ мм ; Г) Верны ответы А и В .

17. Подобрать размеры квадратного сечения для консольной балки, нагруженной равномерно распределённой нагрузкой $q=3$ кН/м, $l=4$ м, $[\sigma]=160$ МПа.

А) $a \geq 4,95$ см ; Б) $a \geq 49,5$ мм ; В) $a \geq 9,65$ см; Г) Верны ответы А и Б .

18. Определить максимальный прогиб консоли длиной $l=1$ м, нагруженной на конце силой $F = 2$ кН. Сечение консоли – двутавр №10. Модуль упругости материала $E=2 \cdot 10^5$ МПа.

А) $f = 1,7$ см ; Б) $f = 0,17$ см; В) $f = 17$ см; Г) $f = 2,9$ см .

19. Консольная балка двутаврового сечения №12 ($J_x=350$ см⁴) и пролётом $l = 2$ м нагружена равномерно распределённой нагрузкой. Определить интенсивность нагрузки q , если известно, что касательная к изогнутой оси на свободном конце составляет с осью Oz угол $\theta=6,12 \cdot 10^{-3}$ рад. Материал балки – сталь ($E=2 \cdot 10^5$ МПа).

А) $q = 6,85$ кН; Б) $q = 3,21$ кН ; В) $q \approx 10$ кН ; Г) Нет верного ответа.

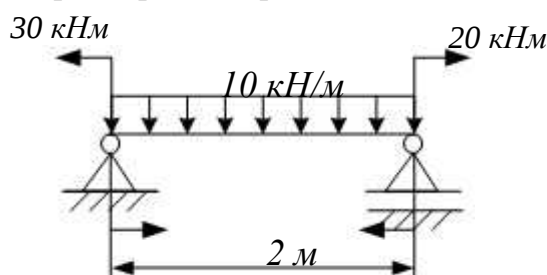
20. Консоль длиной $l=4$ м нагружена силой $F = 1000$ кг на конце. Определить номер двутавровой балки, исходя из условий прочности и

жесткости, если $[\sigma] = 1400 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$ $[f] = \frac{l}{200}$, $E = 2 \cdot 10^5$ МПа .

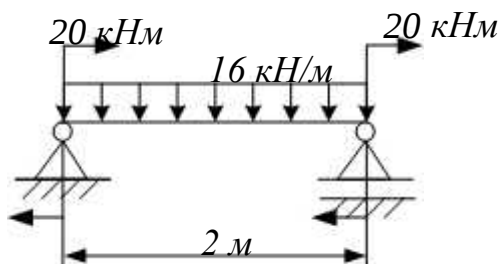
А) № 27а; Б) № 27; В) № 20 ; Г) № 24а.

21. Для заданной балки определить реакции опор, построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов, определить:

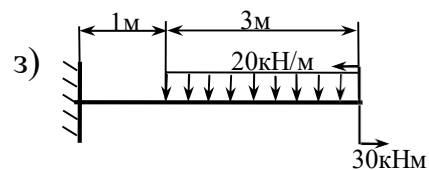
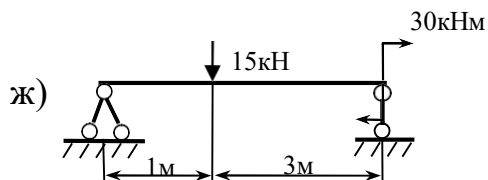
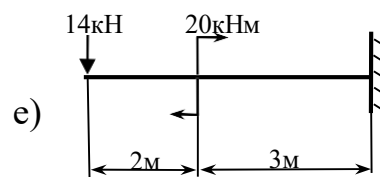
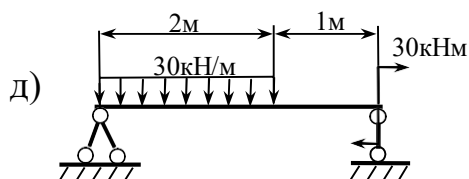
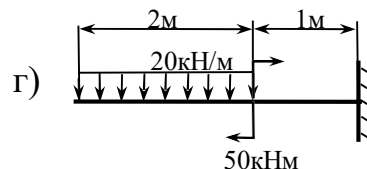
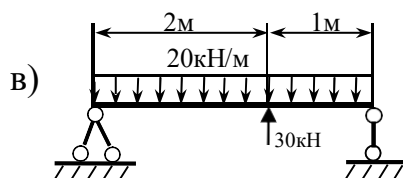
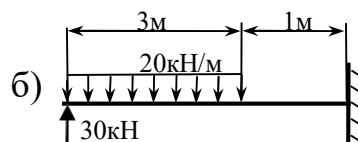
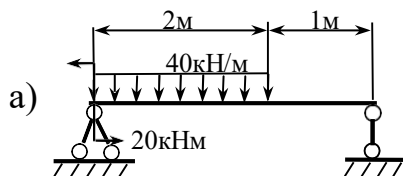
- размеры кольцевого сечения, если $\alpha = 0,8$; $[\sigma]=120$ МПа;
- диаметр круглого сечения, если $[\sigma]=150$ МПа;
- размеры квадратного сечения, если $[\sigma]=150$ МПа;



22. Для заданной балки определить реакции опор, построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов, определить :
- размеры кольцевого сечения, если $\alpha = 0,6$; $[\sigma] = 120$ МПа;
 - диаметр круглого сечения, если $[\sigma] = 140$ МПа;
 - размеры квадратного сечения, если $[\sigma] = 140$ МПа;



23. Для балок, изображенных на схемах а – з, определить реакции опор, построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов .



Т Е М А № 4

КРУЧЕНИЕ ВАЛОВ КРУГЛОГО ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ

Перечень вопросов

1. Условие прочности при кручении имеет вид:

$$\begin{array}{ll} \text{А) } \sigma^{\max} = \frac{M^{\max}}{W_x} \leq [\sigma]; & \text{Б) } \sigma^{\max} = \frac{N^{\max}}{A} \leq [\sigma]; \\ \text{В) } \tau^{\max} = \frac{T^{\max}}{W_p} \leq [\tau]; & \text{Г) } \tau = \frac{T \cdot \rho}{J_p} \end{array}$$

2. Указать выражение, соответствующее жёсткости сечения при кручении

А) EJ ; Б) GA ; В) GJ_p ; Г) EA .

3. Полярный момент инерции для сплошного круглого сечения определяется:

А) $\frac{\pi D^4}{64}$; Б) $\frac{\pi D^3}{32}$; В) $\frac{\pi D^4}{32}$; Г) $\frac{\pi D^3}{16}$.

4. Для кольцевого поперечного сечения полярный момент инерции равен:

А) $\frac{\pi D^4}{32}(1-\alpha^4)$; Б) $\frac{\pi D^3}{32}(1-\alpha^4)$; В) $\frac{\pi D^3}{16}(1-\alpha^4)$; Г) $\frac{\pi D^4}{64}(1-\alpha^4)$.

5. Величина $\frac{d\phi}{dz} \equiv \theta$ называется:

А) относительным углом закручивания; Б) нет правильного ответа;
В) полным углом закручивания; Г) абсолютным углом закручивания.

6. По какой из формул определяется коэффициент запаса прочности для хрупкого материала?

А) $n = \frac{\sigma_{пред}}{\sigma^{\max}}$; Б) $n = \frac{\tau_{с}}{\tau^{\max}}$; В) $n = \frac{[\tau]}{\tau_{с}}$; Г) $n = \frac{\sigma_T}{\sigma^{\max}}$

7. Два вала одинаковой длины и диаметра, но из разных материалов ($G_2=2G_1$), закручивается на одинаковый угол. Каково отношение крутящих моментов $T_1 : T_2$?

А) 2; Б) 1; В) 0,25; Г) 0,5.

8. Стальной скручиваемый вал заменили таким же, но медным, как изменятся напряжения?

А) не изменятся; Б) увеличатся в два раза;
В) уменьшатся в два раза; Г) нет правильного ответа.

9. Условие жесткости при кручении имеет вид:

А) $\phi = \frac{T \cdot l}{GJ_p}$; Б) $\theta = \frac{T}{GJ_p} \leq [\theta]$; В) $\tau^{\max} = \frac{T^{\max}}{W_p} \leq [\tau]$; Г) $\tau = \frac{T \cdot \rho}{J_p}$.

10. По какой из приведенных формул определяются касательные напряжения в произвольной точке поперечного сечения ?

А) $\tau = \frac{T}{W_p}$; Б) $\tau = \frac{T \cdot J_p}{\rho}$; В) $\tau^{\max} = \frac{T^{\max}}{W_p} \leq [\tau]$; Г) $\tau = \frac{T \cdot \rho}{J_p}$.

11. Какой математической зависимостью связаны физические величины E, μ и G ?

А) $G = \frac{E}{1 + \mu}$; Б) $G = \frac{2(1 + \mu)}{E}$; В) $G = \frac{E}{2(1 + \mu)}$; Г) $\mu = \frac{2G}{E} + 1$.

12. Крутящий момент увеличили в 16 раз. Как следует изменить диаметр вала, чтобы не изменился угол закручивания?

- А) увеличить в 3 раза; Б) увеличить в 2 раза;
В) уменьшить в 2 раза; Г) увеличить в 4 раза.

13. Какое из приведенных выражений будет соответствовать проекторочному расчету при кручении ?

А) $W_p \geq \frac{T}{[\tau]}$; Б) $T \leq W_p [\tau]$; В) $\tau^{\max} = \frac{T^{\max}}{W_p} \leq [\tau]$; Г) $\tau = \frac{T \cdot \rho}{J_p}$.

14. Как вычисляется по заданной мощности (в кВт) к числу оборотов (об/мин) момент, передаваемый шкивом?

А) $T = 7028 \frac{N}{n}$; Б) $T \leq W_p [\tau]$; В) $T = 9549 \frac{N}{n}$; Г) $T = 702 \frac{N}{n}$.

15. Вычислить полярный момент инерции для круглого сечения диаметром $D = 4$ см.

А) $J_p = 256 \text{ см}^4$; Б) $J_p = 12,56 \text{ см}^4$; В) $J_p = 25,1 \text{ см}^4$; Г) $J_p = 2,51 \text{ см}^4$.

16. Какое из приведенных выражений соответствует полярному моменту сопротивления ?

А) $\frac{J_p}{\rho^{\max}}$; Б) $\frac{J_x}{y^{\max}}$; В) $\frac{J_y}{x^{\max}}$; Г) $\frac{\rho^{\max}}{J_p}$.

17. По какой формуле определяется коэффициент запаса прочности для пластичного материала?

А) $n = \frac{\sigma^{\text{пред}}}{\sigma^{\max}}$; Б) $n = \frac{\tau_T}{\tau^{\max}}$; В) $n = \frac{[\tau]}{\tau_T}$; Г) $n = \frac{\sigma_B}{\sigma^{\max}}$.

18. Какая существует связь между J_p и J_x для круга?

А) $J_p = J_x$; Б) $J_p = 2 J_x$; В) $J_p = 4 J_x$; Г) $2 J_p = J_x$.

19. Закон Гука при сдвиге имеет вид:

А) $\sigma = E \epsilon$; Б) $\tau = G \gamma$; В) $\tau^{\max} = \frac{T^{\max}}{W_p} \leq [\tau]$; Г) $\tau = \frac{T \cdot \rho}{J_p}$.

20. Какое из приведенных выражений будет соответствовать проверочному расчету при кручении?

А) $T \leq W_p [\tau]$; Б) $W_p \geq \frac{T}{[\tau]}$; В) $\tau^{\max} = \frac{T^{\max}}{W_p} \leq [\tau]$; Г) $\tau = \frac{T \cdot \rho}{J_p}$.

21. Крутящие моменты скручиваемых валов относятся, как $T_1 : T_2 = 1 : 8$. Как относятся их диаметры, если $l_1 = l_2$?

А) $d_1 : d_2 = 1 : 3$; Б) $d_1 : d_2 = 4 : 1$; В) $d_1 : d_2 = 1 : 2$; Г) $d_1 : d_2 = 2 : 1$.

22. По какой формуле определяются максимальные касательные напряжения при кручении ?

А) $T \leq W_p [\tau]$; Б) $\tau_{\max} = G\varphi$; В) $\tau^{\max} = \frac{T^{\max}}{W_p}$; Г) $\tau = \frac{T \cdot \rho}{J_p}$.

23. Два вала одинаковой длины и диаметра, но из разных материалов ($G_2 = 2G_1$), скручиваются одинаковыми моментами. Каково отношение углов закручивания $\phi_1 : \phi_2$?

А) 2; Б) 1; В) 0,25; Г) 0,5.

24. От какой геометрической характеристики сечения при кручении зависит жесткость бруса?

А) J_p ; Б) W_p ; В) A ; Г) J_x .

25. Как распределяются напряжения кручения по поперечному сечению вала?

А) возрастают от центра к краям сечения;

Б) убывают от центра к краям сечения;

В) равномерно по ширине сечения.

26. Равен ли полярный момент сопротивления кольцевого сечения разности полярных моментов сопротивления наружного и внутреннего кругов?

А) равен; Б) не равен; В) не зависит.

27. Какое напряженное состояние возникает в каждой точке круглого бруса при кручении?

А) чистый сдвиг; Б) объемное; В) линейное.

28. Закон Гука при кручении имеет вид:

А) $\tau = G\rho\theta$; Б) $\tau = G \cdot \varepsilon$; В) $\sigma = E \cdot \varepsilon$; Г) нет правильного ответа.

29. Какие напряжения возникают в поперечном сечении круглого бруса при кручении ?

А) τ ; Б) σ ; В) τ и σ .

30. От какой геометрической характеристики сечения при кручении зависит прочность бруса?

А) J_p ; Б) W_p ; В) A ; Г) J_x .

31. Полярный момент сопротивления кольцевого сечения определяется:

А) $\frac{\pi D^4}{32}(1-\alpha^4)$; Б) $\frac{\pi D^3}{32}(1-\alpha^4)$; В) $\frac{\pi D^3}{16}(1-\alpha^4)$; Г) $\frac{\pi D^4}{64}(1-\alpha^4)$.

32. Каким количеством констант можно охарактеризовать упругое поведение материала?

А) 2; Б) 1; В) 4; Г) 3.

33. В каких единицах измеряется момент сопротивления?

А) см^4 ; Б) см^2 ; В) см^3 ; Г) см .

34. Как по диаграмме $\tau - \gamma$ определить модуль сдвига G ?

А) $G = \frac{\tau}{\gamma}$; Б) $\text{tg } \alpha$; В) $\sin \alpha$; Г) верны ответы А и Б.

35. Какой формулой надо воспользоваться для вычисления момента сопротивления круглого сечения?

А) $\frac{\pi D^4}{64}$; Б) $\frac{\pi D^3}{32}$; В) $\frac{\pi D^4}{32}$; Г) $\frac{\pi D^3}{16}$.

36. Диаграмма изменения крутящего момента по длине вала называется эпюрой:

А) касательных напряжений; Б) крутящих моментов;
В) нет правильного ответа.

37. Вывести формулу для определения напряжений в поперечном сечении скручиваемого круглого бруса.

38. Вывести формулы для определения относительного и полного угла закручивания круглого бруса.

З а д а ч и

1. Дано: $[\tau] = 160 \text{ МПа}$; $W_p = 1,6 \text{ см}^3$. Вычислить величину крутящего момента, который можно передать через данный вал.

А) $T = 25,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$; Б) $T = 256 \text{ Н} \cdot \text{м}$; В) $T = 2560 \text{ Н} \cdot \text{м}$; Г) $T = 125 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

2. Укажите чему равно максимальное касательное напряжение при кручении вала диаметром $D = 4 \text{ см}$, $T = 4000 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

А) $31,8 \text{ МПа}$; Б) 318 МПа ; В) $21,8 \text{ МПа}$; Г) 218 МПа .

3. Найти мощность (в кВт) передаваемую валом, если частота вращения вала $n = 120 \text{ об/мин}$ и $T = 37150 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

А) $46,7 \text{ кВт}$; Б) 467 кВт ; В) $63,4 \text{ кВт}$; Г) 634 кВт .

4. Модуль упругости первого рода для алюминия $E = 7 \cdot 10^4 \text{ МПа}$, коэффициент Пуассона $\mu = 0,25$. Чему будет равен модуль упругости при сдвиге.

А) $G = 2,8 \cdot 10^5 \text{ МПа}$; Б) $G = 28 \cdot 10^4 \text{ МПа}$; В) $G = 2,8 \cdot 10^4 \text{ МПа}$; Г) $G = 8 \cdot 10^4 \text{ МПа}$.

5. Вычислить и указать величину касательных напряжений на расстоянии $\rho = 1 \text{ см}$ от центра вала, если $\tau^{\max} = 100 \text{ МПа}$ и диаметр вала $D = 4 \text{ см}$.

А) $\tau = 25 \text{ МПа}$; Б) $\tau = 40 \text{ МПа}$; В) $\tau = 50 \text{ МПа}$; Г) $\tau = 20 \text{ МПа}$.

6. Дано: $G = 8 \cdot 10^5 \text{ кг} / \text{см}^2$; $\gamma = 5 \cdot 10^{-4}$. Вычислить касательные напряжения.

А) $\tau = 40 \text{ кг} / \text{см}^2$; Б) $\tau = 400 \text{ кг} / \text{см}^2$; В) $\tau = 4 \text{ кг} / \text{см}^2$; Г) $\tau = 1,6 \text{ кг} / \text{см}^2$.

7. Определить величину крутящего момента T стального стержня ($G = 8 \cdot 10^4 \text{ МПа}$) круглого сечения $D = 20 \text{ мм}$ при допусском напряжении

$[\tau] = 100 \text{ МПа}$. Чему равна величина угла закручивания участка стержня длиной 100 см.

- А) $T = 15,7 \text{ кН} \cdot \text{м}$; $\varphi = 0,02 \text{ рад}$; Б) $T = 256 \text{ Н} \cdot \text{м}$; $\varphi = 0,2 \text{ рад}$;
 В) $T = 157 \text{ Н} \cdot \text{м}$; $\varphi = 0,125 \text{ рад}$; Г) $T = 15,7 \text{ кН} \cdot \text{м}$; $\varphi = 0,02 \text{ рад}$.

8. Сплошной стальной вал должен передавать мощность $N = 30 \text{ л.с.}$, при $n = 150 \text{ об/мин}$. Допустимый угол закручивания $[\phi] = 1^\circ$ на длине 25 диаметров. Найти диаметр вала и наибольшее касательное напряжение, если модуль упругости $G = 7,7 \cdot 10^4 \text{ МПа}$.

- А) $D = 32 \text{ мм}$; $\tau = 54 \text{ МПа}$; Б) $D = 65 \text{ мм}$; $\tau = 26 \text{ МПа}$;
 В) $D \approx 32 \text{ мм}$; $\tau = 46 \text{ МПа}$; Г) $D \approx 42 \text{ мм}$; $\tau = 36 \text{ МПа}$.

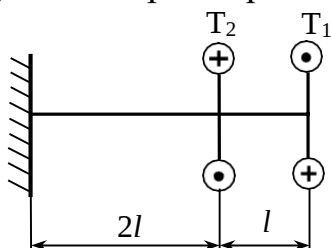
9. Стальная круглая проволока $l = 1 \text{ м}$, диаметром $D = 2 \text{ мм}$ одним концом укреплена в зажиме, а на другом конце к ней приложен скручивающий момент. При каком угле закручивания, в проволоке, возникнут напряжения $\tau = 60 \text{ МПа}$, если $G = 8,2 \cdot 10^4 \text{ МПа}$.

- А) $\phi \approx 4,2^\circ$; Б) $\phi \approx 22^\circ$; В) $\phi \approx 42^\circ$; Г) $\phi \approx 2,2^\circ$.

10. Найти мощность в кВт передаваемую валом, если $D = 100 \text{ мм}$, частота вращения вала $n = 180 \text{ об/мин}$, $G = 8,4 \cdot 10^4 \text{ МПа}$ и угол закручивания участка вала длиной 8 м равен $\varphi = \frac{1}{15} \text{ рад}$.

- А) $N = 132 \text{ кВт}$; Б) $N = 129,5 \text{ кВт}$; В) $N = 286 \text{ кВт}$; Г) $N = 466,8 \text{ кВт}$.

11. К стальному валу круглого поперечного сечения приложены два момента $T_2 = 30 \text{ кН} \cdot \text{м}$ и T_1 . Определить при каком значении момента T_1 угол поворота правого концевого сечения вала равен нулю?



- А) $T_1 = 15,7 \text{ кН} \cdot \text{м}$;
 Б) $T_1 = 20 \text{ кН} \cdot \text{м}$;
 В) $T_1 = 45 \text{ кН} \cdot \text{м}$;
 Г) $T_1 = 30 \text{ кН} \cdot \text{м}$;

12. При испытании на кручение цилиндрического образца диаметром $d = 25 \text{ мм}$ взаимный угол поворота сечений, отстоящих друг от друга на расстоянии $l = 200 \text{ мм}$, оказался равным $2 \cdot 10^{-2} \text{ рад}$ при действии скручивающего момента 100 Нм. Определить величину модуля сдвига материала образца.

- А) $G = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$; Б) $G = 0,8 \cdot 10^4 \text{ МПа}$; В) $G = 2,6 \cdot 10^4 \text{ МПа}$; Г) $G = 8 \cdot 10^4 \text{ МПа}$.

13. Карданный вал автомобиля при двух режимах работы передаёт одну и ту же мощность 23 л.с. Скорость вращения вала в одном случае $108 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$, а в другом $60 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$. Каков должен быть наружный диаметр вала, если отношение внутреннего диаметра к наружному равно 0,9, а допускаемое напряжение $[\tau] = 40 \text{ МПа}$.

- А) $D = 10$ см; Б) $D = 65$ мм; В) $D \approx 8,2$ см; Г) $D \approx 12$ см.

14. Напряжения у поверхности вала $\tau^{\max} = 800 \text{ кг/см}^2$. Чему равны касательные напряжения в том же поперечном сечении на расстоянии четверти радиуса от поверхности вала?

- А) $\tau = 600 \text{ кг/см}^2$; Б) $\tau = 400 \text{ кг/см}^2$; В) $\tau = 4 \text{ кг/см}^2$; Г) $\tau = 1,6 \text{ кг/см}^2$.

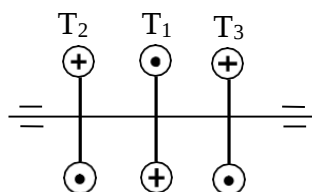
15. Вал диаметром 90 мм передает 90 л.с. Определить предельное число оборотов вала, если допускаемое касательное напряжения равно 60 МПа.

- А) $n \geq 30$ об/мин; Б) $n \geq 45$ об/мин; В) $n \geq 74$ об/мин; Г) $n \geq 47$ об/мин.

16. Стальной вал трубчатого сечения, наружным диаметром 30 см, при толщине стенки 3 мм вращается со скоростью 100 об/мин. Какую мощность он передает, если $[\tau] = 63 \text{ МПа}$.

- А) $N = 153$ кВт; Б) $N = 139,5$ кВт; В) $N = 271$ кВт; Г) $N = 467$ кВт.

17. Для вала круглого сечения $D = 10$ см, передающего крутящие моменты: $T_1 = 16 \text{ кН}\cdot\text{м}$; $T_2 = 10 \text{ кН}\cdot\text{м}$; $T_3 = 6 \text{ кН}\cdot\text{м}$ определить максимальные касательные напряжения.



- А) $\tau^{\max} = 25$ МПа;

- Б) $\tau^{\max} = 51$ МПа;

- В) $\tau^{\max} = 82$ МПа;

- Г) $\tau^{\max} = 20$ МПа.

18. Определить диаметр вала для передачи мощности $N = 50$ кВт, при частоте вращения $n = 300$ об/мин., если $[\tau] = 30$ МПа.

- А) $D \approx 65$ мм; Б) $D \approx 54$ мм; В) $D \approx 32$ мм; Г) $D \approx 22$ мм.

19. Дано: $T = 200 \text{ Н}\cdot\text{м}$, $l = 1 \text{ м}$, $\phi = 9^\circ$, $G = 8 \cdot 10^4 \text{ МПа}$. Вычислить диаметр вала и указать его значение.

- А) $D = 16$ мм; Б) $D = 18$ мм; В) $D = 20$ мм; Г) $D = 12$ мм.

20. Стальной стержень диаметром 25 мм удлиняется на 0,122 мм на длине 20 см при растяжении силой 60 кН. Этот же стержень закручивается на угол $0,75^\circ$ на длине 20 см при нагружении крутящим моментом 200 Н·м. Определить упругие константы материала.

- А) $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$; $G = 8 \cdot 10^4 \text{ МПа}$; $\mu = 0,25$; Б) $E = 1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$; $G = 8 \cdot 10^4 \text{ МПа}$; $\mu = 0,35$;

- В) $E = 1,2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$; $G = 8 \cdot 10^4 \text{ МПа}$; $\mu = 0,2$; Г) $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$; $G = 2,8 \cdot 10^4 \text{ МПа}$; $\mu = 0,3$.

21. Абсолютный угол закручивания равен $\phi = 24^\circ$, длина вала $l = 10$ м. Вычислить относительный угол закручивания вала.

- А) $\theta = 2,4$ град/м; Б) $\theta = 0,24$ град/м; В) $\theta = 0,12$ град/м; Г) $\theta = 3$ град/м.

22. Определить величину коэффициента Пуассона, если известно $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$, $G = 8 \cdot 10^4 \text{ МПа}$

- А) $\mu = 0,25$; Б) $\mu = 0,385$; В) $\mu = 0,28$; Г) $\mu = 0,15$.

Т Е М А № 5

СДВИГ, СРЕЗ, СМЯТИЕ

Перечень вопросов

1. Закон Гука при сдвиге :

А) $\tau = G \cdot \gamma$; Б) $\tau = \frac{Q}{A} \leq [\tau]$; В) $\tau = \frac{T_{кр} \cdot \rho}{J_p}$; Г) $\tau = G \rho \theta$.

2. Коэффициент пропорциональности G называется :

А) модулем сдвига; Б) модулем упругости второго рода;
В) модулем продольной упругости; Г) верны ответы А и Б .

3. Модуль сдвига имеет размерность :

А) кН ; Б) МПа ; В) верны ответы Б и Г ; Г) $\frac{\text{кГ}}{\text{см}^2}$.

4. Угол γ , на который изменяются прямые углы параллелепипеда, называется:

А) относительным сдвигом ; Б) углом закручивания ;
В) абсолютной деформацией; Г) нет правильного ответа.

5. Какой математической зависимостью связаны физические величины E, μ и G ?

А) $G = \frac{E}{1 + \mu}$; Б) $G = \frac{2(1 + \mu)}{E}$; В) $G = \frac{E}{2(1 + \mu)}$; Г) $\mu = \frac{2G}{E} + 1$.

6. Чистым сдвигом называется такой случай плоского напряженного состояния :

А) при котором в окрестности данной точки может быть выделен элементарный параллелепипед с боковыми гранями, находящимися под действием одних лишь касательных напряжений;

Б) при котором в окрестности данной точки может быть выделен элементарный параллелепипед с боковыми гранями, находящимися под действием одних лишь нормальных напряжений;

В) верны ответы А и Б.

7. Условие прочности при расчете на срез имеет вид :

А) $\tau_{ср} = \frac{Q}{A}$; Б) $\tau_{ср} = \frac{Q}{A} \leq [\tau_{ср}]$; В) $\sigma_{см} = \frac{Q}{A} \leq [\sigma_{см}]$; Г) $\tau = G \gamma$.

8. Условие прочности на смятие имеет вид :

А) $\sigma_{см} = \frac{Q}{A}$; Б) $\tau_{ср} = \frac{Q}{A} \leq [\tau_{ср}]$; В) $\sigma_{см} = \frac{Q}{A} \leq [\sigma_{см}]$; Г) $\sigma = E \cdot \epsilon$.

9. Какое из приведенных выражений будет соответствовать проектировочному расчету на срез ?

А) $A \geq \frac{Q}{[\tau_{ф}]}$; Б) $A \geq \frac{Q}{[\sigma_{см}]}$; В) $\tau_{ср} = \frac{Q}{A} \leq [\tau_{ср}]$; Г) $\tau = \frac{T \cdot \rho}{J_p}$.

10. Какое из приведенных выражений будет соответствовать проверочному расчету на срез ?

А) $\tau_{cp} = \frac{Q}{A}$; Б) $\tau_{cp} = \frac{Q}{A} \leq [\tau_{cp}]$; В) $\tau^{\max} = \frac{T^{\max}}{W_p} \leq [\tau]$; Г) $\tau = \frac{T \cdot \rho}{J_p}$.

11. Формула для определения максимальной допускаемой нагрузки при расчете на срез:

А) $[M_X^{\max}] = W_X \cdot [\sigma]$; Б) $[Q^{\max}] \leq A [\sigma_{cm}]$; В) $[Q^{\max}] \leq A [\tau_{cp}]$; Г) $[N^{\max}] = A \cdot [\sigma]$.

12. Какое из приведенных выражений будет соответствовать проектировочному расчету на смятие ?

А) $A \geq \frac{Q}{[\tau_{cp}]}$; Б) $A \geq \frac{Q}{[\sigma_{cm}]}$; В) $\sigma_{cm} = \frac{Q}{A} \leq [\sigma_{cm}]$; Г) $\tau = \frac{T \cdot \rho}{J_p}$.

13. Какое из приведенных выражений будет соответствовать проверочному расчету на смятие ?

А) $\sigma_{cm} = \frac{Q}{A} \leq [\sigma_{cm}]$; Б) $\tau_{cp} = \frac{Q}{A} \leq [\tau_{cp}]$; В) $\tau^{\max} = \frac{T^{\max}}{W_p} \leq [\tau]$; Г) $A \geq \frac{Q}{[\sigma_{cm}]}$.

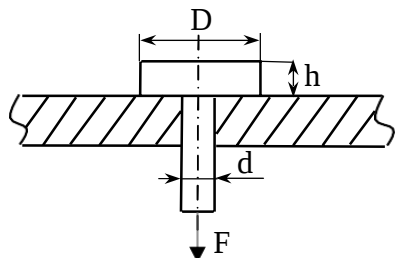
14. Формула для определения максимальной допускаемой нагрузки при расчете на смятие:

А) $[M_X^{\max}] = W_X \cdot [\sigma]$; Б) $[Q^{\max}] \leq A [\sigma_{cm}]$; В) $[Q^{\max}] \leq A [\tau_{cp}]$; Г) $[N^{\max}] = A \cdot [\sigma]$.

15. Чему равна площадь круга ?

А) $2\pi R$; Б) πR^2 ; В) $\frac{\pi D^2}{4}$; Г) верны ответы Б и В.

16. Чему равна площадь кольца?

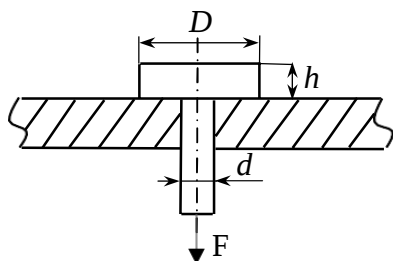


А) $\frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4}$; Б) $\frac{\pi}{4} (D^2 - d^2)$; В) верны ответы А и Б; Г) $\frac{\pi D^4}{64} (1 - \alpha^4)$

17. Чему равна длина окружности?

А) верны ответы Б и Г; Б) $2\pi R$; В) πR^2 ; Г) πD .

18. Болт диаметром d растягивается силой F . Какими зависимостями необходимо воспользоваться для определения площади среза и площади смятия?



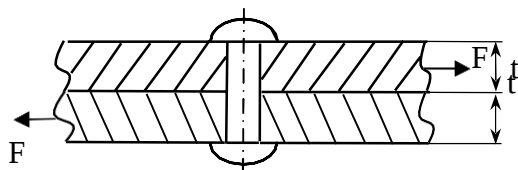
А) $A_{cp} = \pi dh$; $A_{cm} = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2)$;

Б) $A_{cp} = \frac{\pi d^2}{4}$; $A_{cm} = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2)$;

В) $A_{cp} = \frac{\pi d^2}{4}$; $A_{cm} = D \cdot h$;

Г) верны ответы Б и В .

19. Два листа толщиной t соединены внахлестку шестью заклёпками диаметром d . Определить площадь среза заклёпок и площадь смятия листа данного соединения.



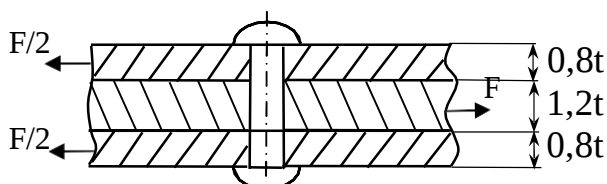
А) $A_{cp} = \frac{\pi d^2}{4}$; $A_{cm} = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2)$;

Б) $A_{cp} = \frac{\pi d^2}{4}$; $A_{cm} = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2)$;

В) $A_{cp} = 6 \frac{\pi d^2}{4}$; $A_{cm} = 6 \cdot d \cdot (t + t)$;

Г) нет верного ответа .

20. Лист толщиной $1,2t$ соединен двусторонними накладками толщиной $0,8t$. Соединение передаёт растягивающее усилие F . Определить необходимое число заклёпок диаметром d при известных допускаемых напряжениях $[\tau_{cp}]$ и $[\sigma_{cm}]$.



А) $i = \frac{4Q}{k \cdot \pi d^2 \cdot [\tau_{cp}]}$; $i = \frac{Q}{d \cdot 1,2t \cdot [\sigma_{cm}]}$;

Б) $i = \frac{Q}{k \cdot A_{cp} \cdot [\tau_{cp}]}$; $i = \frac{Q}{d \cdot 0,8 \cdot t \cdot \sigma_{cm}}$;

В) $i = \frac{Q}{k \cdot A_{cp} \cdot [\tau_{cp}]}$; $i = \frac{Q}{A_{cm} \cdot [\sigma_{cm}]}$;

Г) верны ответы А и В .

З а д а ч и

1. Лист толщиной $t = 1 \text{ см}$ пробивается пуансоном $D = 2 \text{ см}$, усилие действующее на пуансон штампа $F = 160 \text{ кН}$. Найти разрушающее касательное напряжение.

А) $\tau_s = 125,5 \text{ МПа}$; Б) $\tau_s = 25,5 \text{ МПа}$; В) $\tau_s = 2,55 \text{ МПа}$; Г) $\tau_s = 255 \text{ МПа}$.

2. Определить необходимое количество заклёпок диаметром $D = 16 \text{ мм}$ для соединения в нахлестку двух листов толщиной $t_1 = t_2 = 10 \text{ мм}$. Сила,

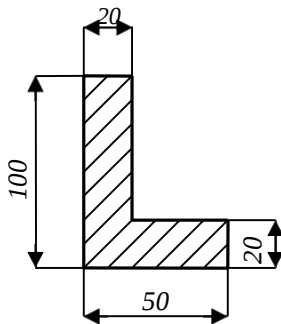
растягивающая соединение $F = 100 \text{ кН}$, допускаемые напряжения на срез $[\tau_{\text{ср}}] = 140 \text{ МПа}$ и смятие $[\sigma_{\text{см}}] = 320 \text{ МПа}$.

А) $i = 6$; Б) $i = 4$; В) $i = 3$; Г) $i = 2$.

3. В стальном листе толщиной $t = 10 \text{ мм}$ необходимо продавить отверстие диаметром $D = 18 \text{ мм}$. Определить, какую силу надо приложить к пуансону, если предел прочности материала листа на срез $[\tau] = 350 \text{ МПа}$

А) $F = 198 \text{ кН}$; Б) $F = 136 \text{ кН}$; В) $F = 189 \text{ кН}$; Г) $F = 13,6 \text{ кН}$.

4. Определить максимальную толщину t стального листа (предел прочности на срез $\tau_{\text{пл}} = 300 \text{ МПа}$) из которого можно выштамповать пластину заданной формы, если усилие, действующее на пуансон штампа $F = 180 \text{ кН}$. Размеры на чертеже заданы в мм.



А) $t = 10 \text{ мм}$

Б) $t = 2 \text{ мм}$

В) $t = 3 \text{ мм}$

Г) $t = 20 \text{ мм}$

5. Пуансон диаметром 2 см прошивает отверстие в стальной пластине толщиной 0,6 см с усилием в 13 т. Определить значение касательного напряжения в пластине, при прошивании отверстия, и нормального сжимающего напряжения в пуансоне.

А) $\tau_{\text{ср}} = 345 \text{ МПа}$; $\sigma_{\text{сж}} = 414 \text{ МПа}$; Б) $\tau_{\text{ср}} = 3450 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$; $\sigma_{\text{сж}} = 4140 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$;

В) Верны ответы А и Б; Г) $\tau_{\text{ср}} = 414 \text{ МПа}$; $\sigma_{\text{сж}} = 414 \text{ МПа}$

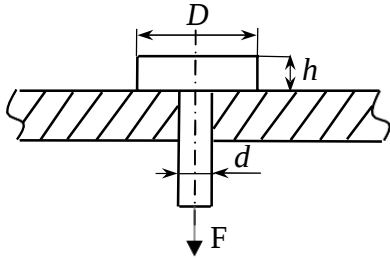
6. Определить касательные напряжения, вызывающие изменение прямого угла квадрата на $\gamma = 10^{-3}$ радиана. Модуль продольной упругости материала $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$, коэффициент поперечной деформации $\mu = 0,25$.

А) $\tau = 80 \text{ МПа}$; Б) $\tau = 8,0 \text{ МПа}$; В) $\tau = 60 \text{ МПа}$; Г) $\tau = 6,0 \text{ МПа}$.

7. Дано: $G = 8 \cdot 10^5 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$; $\gamma = 5 \cdot 10^{-4}$. Вычислить касательные напряжения.

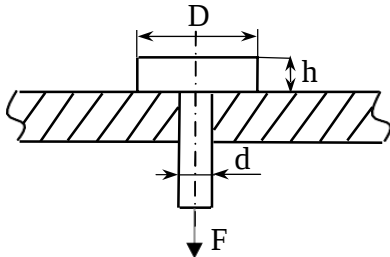
А) $\tau = 40 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$; Б) $\tau = 400 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$; В) $\tau = 16 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$; Г) $\tau = 160 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$.

8. Болт, растягиваемый силой F , выполнен из материала, для которого допускаемое напряжение на срез $[\tau]$ составляет 60% допускаемого напряжения на растяжение $[\sigma]$. Определить соотношение между диаметром болта d и высотой головки h из условия равнопрочности болта на разрыв и головки болта на срез.



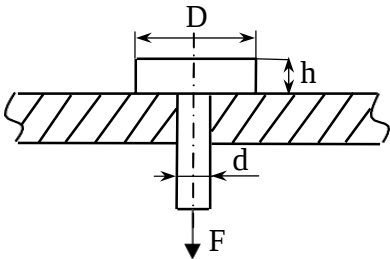
- А) $\frac{d}{h} = 0,15$; Б) $\frac{d}{h} = 2,4$; В) $\frac{d}{h} = 6,7$; Г) $\frac{d}{h} = 1,5$.

9. Болт диаметром $d = 100$ мм, работающий на растяжение, опирается головкой на лист. Определить диаметр головки D и высоту её h , если растягивающее напряжение в сечении болта $\sigma_p = 100 \text{ МПа}$, напряжения смятия по площади опирания головки $\sigma_{см} = 40 \text{ МПа}$ и напряжения среза головки $\sigma_{ср} = 50 \text{ МПа}$.



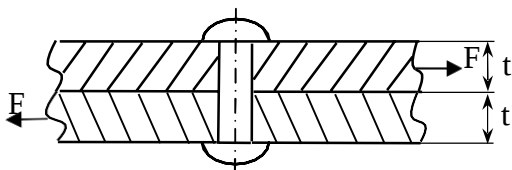
- А) $D = 132$ мм; $h = 34$ мм;
 Б) $D = 187$ мм; $h = 50$ мм;
 В) $D = 187$ мм; $h = 34$ мм
 Г) $D = 132$ мм; $h = 50$ мм

10. Болт растягивается силой F . Каково должно быть соотношение между диаметром болта d и высотой головки h , чтобы болт на разрыв и головка на срез были равнопрочными? Дано: $[\tau] = 0,8[\sigma]$.



- А) $h = 0,312d$; Б) $h = 3,2d$; В) $h = 0,28d$; Г) $h = 0,512d$.

11. Две ленты шириной $b = 10$ см и толщиной $t = 0,5$ см соединены в нахлестку четырьмя заклёпками и растягиваются силами $F = 40$ кН. Диаметр заклёпок $d = 1,3$ см. Определить напряжение в ленте по сечению брутто и нетто, а также срезающие и сминающие напряжения в заклёпках.

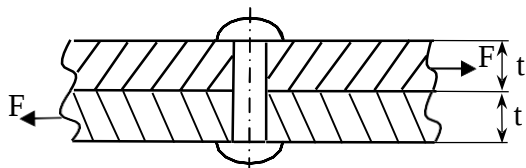


А) $\sigma_{\text{брутто}} = 80 \text{ МПа}$; $\sigma_{\text{нетто}} = 92 \text{ МПа}$; $\tau_{\text{ср}} = 75 \text{ МПа}$; $\sigma_{\text{см}} = 154 \text{ МПа}$.

Б) $\sigma_{\text{брутто}} = 60 \text{ МПа}$; $\sigma_{\text{нетто}} = 82 \text{ МПа}$; $\tau_{\text{ср}} = 75 \text{ МПа}$; $\sigma_{\text{см}} = 184 \text{ МПа}$.

В) $\sigma_{\text{брутто}} = 80 \text{ МПа}$; $\sigma_{\text{нетто}} = 92 \text{ МПа}$; $\tau_{\text{ср}} = 67 \text{ МПа}$; $\sigma_{\text{см}} = 134 \text{ МПа}$.

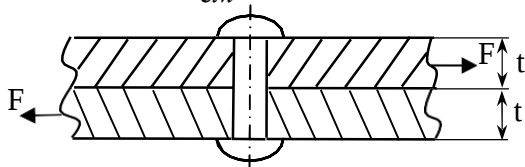
12. Два листа шириной $b = 27$ см и толщиной $t = 1,6$ см соединены внахлестку восемью заклёпками диаметром $d = 2,5$ см. Определить наибольшую величину силы F , которую безопасно может выдержать это соединение, если $[\sigma_p] = 1200 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$, $[\tau_{\text{ср}}] = 800 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$, $[\sigma_{\text{см}}] = 2400 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$.



А) $F^{\text{max}} = 51840 \text{ кг}$; Б) $F^{\text{max}} = 31400 \text{ кг}$; В) $F^{\text{max}} = 76800 \text{ кг}$; Г) $F^{\text{max}} = 5840 \text{ кг}$.

13. Два листа толщиной $t = 10$ мм соединены внахлестку шестью заклёпками диаметром $d = 20$ мм. Определить величину допускаемых растягивающих усилий F при допускаемых напряжениях : на срез

$[\tau_{\text{ср}}] = 1200 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$ и на смятие $[\sigma_{\text{см}}] = 3200 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$.



А) $F^{\text{max}} = 22600 \text{ кг}$; Б) $F^{\text{max}} = 31400 \text{ кг}$; В) $F^{\text{max}} = 38400$; Г) $F^{\text{max}} = 7400 \text{ кг}$.

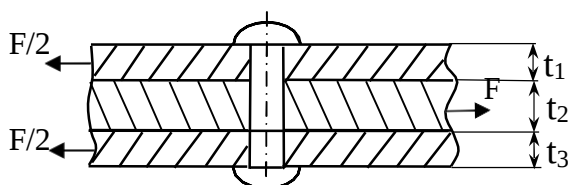
14. Вал передаёт крутящий момент $T = 27 \text{ кНм}$ при помощи шлицевого соединения. Диаметр вала $D = 80 \text{ мм}$, внутренний диаметр $d = 68 \text{ мм}$, высота шлица $h = 6 \text{ мм}$, ширина шлица $b = 12 \text{ мм}$, длина соединения $l = 100 \text{ мм}$, число шлицев $i = 6$. Определить напряжение среза и смятия шлица.

А) $\tau_{\text{ср}} = 110 \text{ МПа}$; $\sigma_{\text{см}} = 220 \text{ МПа}$; Б) $\tau_{\text{ср}} = 110 \text{ МПа}$; $\sigma_{\text{см}} = 134 \text{ МПа}$;

В) $\tau_{\text{ср}} = 67 \text{ МПа}$; $\sigma_{\text{см}} = 220 \text{ МПа}$; Г) $\tau_{\text{ср}} = 77 \text{ МПа}$; $\sigma_{\text{см}} = 134 \text{ МПа}$.

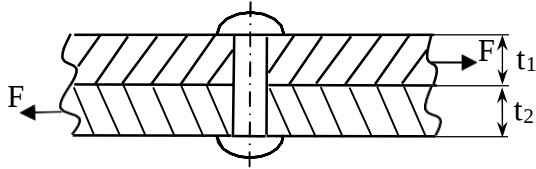
15. Лист толщиной $t_2 = 14$ мм соединен двусторонними накладками толщиной $t_1 = t_3 = 8$ мм. Соединение передаёт растягивающее усилие $F = 520 \text{ кН}$. Определить необходимое число заклёпок диаметром $d = 20$ мм.

Допускаемые напряжения на срез заклёпок $[\tau_{\text{ср}}] = 140 \text{ МПа}$ и на смятие $[\sigma_{\text{см}}] = 280 \text{ МПа}$.



А) $i = 6$; Б) $i = 4$; В) $i = 7$; Г) $i = 9$.

16. Определить необходимое количество заклепок диаметром $d = 20$ мм для соединения в нахлестку двух листов толщиной $t_1 = 10$ мм; $t_2 = 12$ мм. Сила F , растягивающая соединение равна 300 кН, допускаемые напряжения на срез $[\tau_{cp}] = 140$ МПа и смятие $[\sigma_{см}] = 300$ МПа.



А) $i = 6$; Б) $i = 7$; В) $i = 5$; Г) $i = 4$.

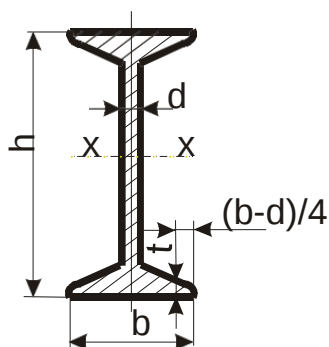
ЛИТЕРАТУРА

1. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. – М.: Наука, 1986. – 544 с.
2. Ицкович Г.М. Сопротивление материалов. – М.: Высшая школа, 1998. – 367 с.
3. Писаренко Г.С. и др. Сопротивление материалов. – Киев: Вища школа. Головное издательство, 1986. – 775 с.
4. Ицкович Г.М., Минин Л.С., Винокуров А.И. Руководство к решению задач по сопротивлению материалов. – М.: Высшая школа, 2001. – 592 с.
5. Качурин В.К. Сборник задач по сопротивлению материалов. – М.: Наука, 1972. – 432 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Сортамент прокатной стали

Балки двутавровые (по ГОСТ 8239–72)

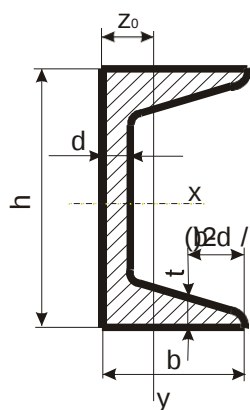


Обозначения:

h – высота двутавра;
 b – ширина полки;
 d – толщина стенки;
 t – средняя толщина полки;
 J – момент инерции;
 W – момент сопротивления;
 S – статический момент полусечения

Номер профиля	Размеры, мм				Площадь сечения A , см ²	J_x , см ⁴	W_x , см ³	S_x , см ³	J_y , см ⁴	W_y , см ³
	h	b	d	t						
10	100	55	4,5	7,2	12,0	198	39,7	23,0	17,9	6,49
12	120	64	4,8	7,3	14,7	350	58,4	33,7	27,9	8,72
14	140	73	4,9	7,5	17,4	572	81,7	46,8	41,9	11,5
16	160	81	5,0	7,8	20,2	873	109	62,3	58,6	14,5
18	180	90	5,1	8,1	23,4	1290	143	81,4	82,6	18,4
18a	180	100	5,1	8,3	25,4	1430	159	89,8	114	22,8
20	200	100	5,2	8,4	26,8	1840	184	104	115	23,1
20a	200	110	5,2	8,6	28,9	2030	203	114	155	28,2
22	220	110	5,4	8,7	30,6	2550	232	131	157	28,6
22a	220	120	5,4	8,9	32,8	2790	254	143	206	34,3
24	240	115	5,6	9,5	34,8	3460	289	163	198	34,5
24a	240	125	5,6	9,8	37,5	3800	317	178	260	41,6
27	270	125	6,0	9,8	40,2	5010	371	210	260	41,5
27a	270	135	6,0	10,2	43,2	5500	407	229	337	50,0
30	300	135	6,5	10,2	46,5	7080	472	268	337	49,9
30a	300	145	6,5	10,7	49,9	7780	518	292	436	60,1
33	330	140	7,0	11,2	53,8	9840	597	339	419	59,9
36	360	145	7,5	12,3	61,9	13380	743	423	516	71,1
40	400	155	8,3	13,0	72,6	19062	953	545	667	86,1
45	450	160	9	14,2	84,7	27696	1231	708	808	101
50	500	170	10	15,2	100	39727	1589	919	1043	123
55	550	180	11	16,5	118	55962	2035	1181	1356	151
60	600	190	12	17,8	138	76806	2560	1491	1725	182

Швеллеры (по ГОСТ 8240–72)



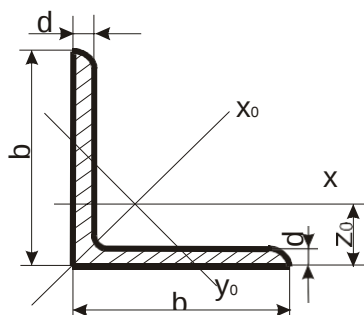
Обозначения:

h – высота швеллера;
 b – ширина полки;
 d – толщина стенки;
 t – средняя толщина полки;
 J – момент инерции;
 W – момент сопротивления;
 S – статический момент полусечения;
 z_0 – расстояние от оси y до наружной грани стенки

Номер профиля	Размеры, мм				Площадь сечения A , см ²	J_x , см ⁴	W_x , см ³	S_x , см ³	J_y , см ⁴	W_y , см ³	z_0 , см
	h	b	d	t							
5	50	32	4,4	7,0	6,16	22,8	9,1	5,59	5,61	2,75	1,16
6,5	65	36	4,4	7,2	7,51	48,6	15,0	9,0	8,70	3,68	1,24
8	80	40	4,5	7,4	8,98	89,4	22,4	13,3	12,8	4,75	1,31
10	100	46	4,5	7,6	10,9	174	34,8	20,4	20,4	6,46	1,44
12	120	52	4,8	7,8	13,3	304	50,6	29,6	31,2	8,52	1,54
14	140	58	4,9	8,1	15,6	491	70,2	40,8	45,4	11,0	1,67
14a	140	62	4,9	8,7	17,0	545	77,8	45,1	57,5	13,3	1,87
16	160	64	5,0	8,4	18,1	747	93,4	54,1	63,6	13,8	1,80
16a	160	68	5,0	9,0	19,5	823	103	59,4	78,8	16,4	2,00
18	180	70	5,1	8,7	20,7	1090	121	69,8	86	17,0	1,94
18a	180	74	5,1	9,3	22,2	1190	132	76,1	105	20,0	2,13
20	200	76	5,2	9,0	23,4	1520	152	87,8	113	20,5	2,07
20a	200	80	5,2	9,7	25,2	1670	167	95,9	139	24,2	2,28
22	220	82	5,4	9,5	26,7	2110	192	110	151	25,1	2,21
22a	220	87	5,4	10,2	28,8	2330	212	121	187	30,0	2,46
24	240	90	5,6	10,0	30,6	2900	242	139	208	31,6	2,42
24a	240	95	5,6	10,7	32,9	3180	265	151	254	37,2	2,67
27	270	95	6,0	10,5	35,2	4160	308	178	262	37,3	2,47
30	300	100	6,5	11,0	40,5	5810	387	224	327	43,6	2,52
33	330	105	7,0	11,7	46,5	7980	484	281	410	51,8	2,59
36	360	110	7,5	12,6	53,4	10200	601	350	513	61,7	2,68
40	400	115	8,0	13,5	61,5	15220	761	444	642	73,4	2,75

Уголки равнобокие (по ГОСТ 8509–72)

Обозначения:



b – ширина полки;

d – толщина стенки;

J – момент инерции;

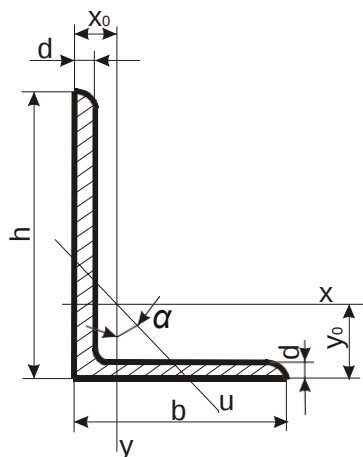
z_0 – расстояние от центра тяжести до наружной грани стенки

Номер профиля	Размеры, мм		Площадь сечения A , см ²	J_x , см ⁴	$J_{x_0} \text{ max}$, см ⁴	$J_{x_0} \text{ min}$, см ⁴	z_0 , см
	b	d					
2	20	3	1,13	0,40	0,63	0,17	0,60
		4	1,46	0,50	0,78	0,22	0,64
2,5	25	3	1,43	0,81	1,29	0,34	0,73
		4	1,86	1,03	1,62	0,44	0,76
2,8	28	3	1,62	1,16	1,84	0,48	0,80
3,2	32	3	1,86	1,77	2,80	0,74	0,89
		4	2,43	2,26	3,58	0,94	0,94
3,6	36	3	2,10	2,56	4,06	1,06	0,99
		4	2,75	3,29	5,21	1,36	1,04
4	40	3	2,35	3,55	5,63	1,47	1,09
		4	3,08	4,58	7,26	1,90	1,13
		5	3,79	5,53	8,75	2,30	1,17
4,5	45	3	2,65	5,13	8,13	2,12	1,21
		4	3,48	6,63	10,5	2,74	1,26
		5	4,29	8,03	12,7	3,33	1,30
5	50	3	2,96	7,11	11,3	2,95	1,33
		4	3,89	9,21	14,6	3,80	1,38
		5	4,80	11,2	17,8	4,63	1,42
5,6	56	4	4,38	13,1	20,8	5,41	1,52
		5	5,41	16,0	25,4	6,59	1,57
6,3	63	4	4,96	18,9	29,9	7,81	1,69
		5	6,13	23,1	36,6	9,52	1,74
		6	7,28	27,1	42,9	11,2	1,78
7	70	4,5	6,2	29,0	46,0	12,0	1,88
		5	6,86	31,9	50,7	13,2	1,90
		6	8,15	37,6	59,6	15,5	1,94
		7	9,42	43,0	68,2	17,8	1,99
		8	10,7	48,2	76,4	20,0	2,02

Номер профиля	Размеры, мм		Площадь сечения A , см ²	J_x , см ⁴	J_{x_0} max , см ⁴	J_{x_0} min , см ⁴	z_0 , см
	b	d					
7,5	75	5	7,39	39,5	62,6	16,4	2,02
		6	8,78	46,6	73,9	19,3	2,06
		7	10,1	53,3	84,6	22,1	2,10
		8	11,5	59,8	94,6	24,8	2,15
		9	12,8	66,1	105	27,5	2,18
8	80	5,5	8,63	52,7	83,6	21,8	2,17
		6	9,38	57,0	90,4	23,5	2,19
		7	10,8	65,3	104	27,0	2,23
		8	12,3	73,4	116	30,3	2,27
9	90	6	10,6	82,1	130	34,0	2,43
		7	12,3	94,3	150	38,9	2,47
		8	13,9	106	168	43,8	2,51
		9	15,6	118	186	48,6	2,55
10	100	6,5	12,8	122	193	50,7	2,68
		7	13,8	131	207	54,2	2,71
		8	15,6	147	233	60,9	2,75
		10	19,2	179	284	74,1	2,83
		12	22,8	209	331	86,9	2,91
		14	26,3	237	375	99,3	2,99
		16	29,7	264	416	112,0	3,06
11	110	7	15,2	176	279	72,7	2,96
		8	17,2	198	315	81,8	3,00
12,5	125	8	19,7	294	467	122	3,36
		9	22,0	327	520	135	3,40
		10	24,3	360	571	149	3,45
		12	28,9	422	670	174	3,53
		14	33,4	482	764	200	3,61
		16	37,8	539	853	224	3,68
14	140	9	24,7	466	739	192	3,78
		10	27,3	512	814	211	3,82
		12	32,5	602	957	248	3,90
16	160	10	31,4	774	1229	319	4,30
		11	34,4	844	1341	348	4,35
		12	37,4	913	1450	376	4,39
		14	43,3	1046	1662	431	4,47
		16	49,1	1175	1866	485	4,55
		18	54,8	1299	2061	537	4,63
		20	60,4	1419	2248	589	4,70
18	180	11	38,8	1216	1933	500	4,85
		12	42,2	1317	2093	540	4,89
20	200	12	47,1	1823	2896	749	5,37
		13	50,9	1961	3116	805	5,42
		14	54,6	2097	3333	861	5,46

Номер профиля	Размеры, мм		Площадь сечения A , см ²	J_x , см ⁴	J_y max, см ⁴	J_y min, см ⁴	z_0 , см
	b	d					
20	200	16	62,0	2363	3755	970	5,54
		20	76,5	2871	4560	1182	5,70
		25	94,3	3466	5494	1438	5,89
		30	111,5	4020	6351	1688	6,07
22	220	14	60,4	2814	4470	1159	5,93
		16	68,6	3175	5045	1306	6,02
25	250	16	78,4	4717	7492	1942	6,75
		18	87,8	5247	8337	2158	6,83
		20	97,0	5765	9160	2370	6,91
		22	106,1	6270	9961	2579	7,00
		25	119,7	7006	11125	2887	7,11
		28	133,1	7717	12244	3190	7,23
		30	142,0	8177	12965	3389	7,31

Уголки неравнобокие (по ГОСТ 8510–72)



Обозначения:

h – ширина большей полки;

b – ширина меньшей полки;

d – толщина полки;

J – момент инерции;

x_0, y_0 – расстояние от центра тяжести до наружных граней полок

Номер профиля	Размеры, мм			Пло- щадь сече- ния A , см ²	J_x , см ⁴	J_y , см ⁴	Расстоя- ние от центра тяжести y_0 , см	Расстоя- ние от центра тяжести x_0 , см	J_u min см ⁴	Угол накло- на, $tg\alpha$
	B	b	d							
2,5/1,6	25	16	3	1,16	0,70	0,22	0,86	0,42	0,13	0,392
3,2/2	32	20	3	1,49	1,52	0,46	1,08	0,49	0,28	0,382
			4	1,94	1,93	0,57	1,12	0,53	0,35	0,374
4/2,5	40	25	3	1,89	3,06	0,93	1,32	0,59	0,56	0,385
			4	2,47	3,93	1,18	1,37	0,63	0,71	0,381
4,5/2,8	45	28	3	2,14	4,41	1,32	1,47	0,64	0,79	0,382
			4	2,80	5,68	1,69	1,51	0,68	1,02	0,379

Номер профиля	Размеры, мм			$A, \text{см}^2$	$J_x, \text{см}^4$	$J_y, \text{см}^4$	$y_0, \text{см}$	$x_0, \text{см}$	$J_u \text{ min}$ см^4	$tg\alpha$
	B	b	d							
5/3,2	50	32	3	2,42	6,17	1,99	1,60	0,72	1,18	0,403
			4	3,17	7,98	2,56	1,65	0,76	1,52	0,401
5,6/3,6	56	36	4	3,58	11,4	3,70	1,82	0,84	2,19	0,406
			5	4,41	13,8	4,48	1,86	0,88	2,66	0,404
6,3/4,0	63	40	4	4,04	16,3	5,16	2,03	0,91	3,07	0,397
			5	4,98	19,9	6,26	2,08	0,95	3,73	0,396
			6	5,90	23,3	7,28	2,12	0,99	4,36	0,393
			8	7,68	29,6	9,15	2,20	1,07	5,58	0,386
7/4,5	70	45	5	5,59	27,8	9,05	2,28	1,05	5,34	0,406
7,5/5	75	50	5	6,11	34,8	12,5	2,39	1,17	7,24	0,436
			6	7,25	40,9	14,6	2,44	1,21	8,48	0,435
			8	9,47	52,4	18,5	2,52	1,29	10,9	0,430
8/5	80	50	5	6,36	41,6	12,7	2,6	1,13	7,58	0,387
			6	7,55	49,0	14,8	2,65	1,17	8,88	0,386
9/5,6	90	56	5,5	7,86	65,3	19,7	2,92	1,26	11,8	0,384
			6	8,54	70,6	21,2	2,95	1,28	12,7	0,384
			8	11,18	90,9	27,1	3,04	1,36	16,3	0,380
10/6,3	100	63	6	9,59	98,3	30,6	3,23	1,42	18,2	0,393
			7	11,1	113	35,0	3,28	1,46	20,8	0,392
			8	12,6	127	39,2	3,32	1,50	23,4	0,391
			10	15,5	154	47,1	3,40	1,58	28,3	0,387
11/7	110	70	6,5	11,4	142	45,6	3,55	1,58	26,9	0,402
			8	13,9	172	54,6	3,61	1,64	32,3	0,400
12,5/8	125	80	7	14,1	227	73,7	4,01	1,8	43,4	0,407
			8	16	256	83,0	4,05	1,84	48,8	0,406
			10	19,7	312	100	4,14	1,92	59,3	0,404
			12	23,4	365	117	4,22	2	69,5	0,400
14/9	140	90	8	18	364	120	4,49	2,03	70,3	0,411
			10	22,2	444	146	4,58	2,12	85,5	0,409
16/10	160	100	9	22,9	606	186	5,19	2,23	110	0,391
			10	25,3	667	204	5,23	2,28	121	0,390
			12	30	784	239	5,32	2,36	142	0,388
			14	34,7	897	272	5,40	2,43	162	0,385
18/11	180	110	10	28,3	952	276	5,88	2,44	165	0,375
			12	33,7	1123	324	5,97	2,52	194	0,374
20/12,5	200	125	11	34,9	1449	446	6,5	2,79	264	0,392
			12	37,9	1568	482	6,54	2,83	286	0,392
			14	43,9	1801	551	6,62	2,91	327	0,390
			16	49,8	2026	617	6,71	2,99	367	0,388
25/16	250	160	12	48,3	3147	1032	7,97	3,53	604	0,410
			16	63,6	4091	1333	8,14	3,69	781	0,408
			18	71,1	4545	1475	8,23	3,77	866	0,407
			20	78,5	4987	1613	8,31	3,85	949	0,405

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Перечень основных обозначений	4
Тема 1. Геометрические характеристики плоских сечений	5
Перечень вопросов	5
Задачи	9
Тема 2. Растяжение и сжатие	13
Перечень вопросов	13
Задачи	17
Тема 3. Изгиб	21
Перечень вопросов	21
Задачи	26
Тема 4. Кручение валов круглого поперечного сечения.....	30
Перечень вопросов	30
Задачи	33
Тема 5. Сдвиг, срез, смятие	36
Перечень вопросов	36
Задачи	38
Литература.....	43
Приложение. Сортамент прокатной стали.....	44

**Пичугова Луиза Николаевна
Корнеева Надежда Константиновна**

**ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ
ПО СОПРОТИВЛЕНИЮ МАТЕРИАЛОВ**

Методические указания

В авторской редакции

Изд. № 35/2023. Объем 3,25 п.л. Усл. печ. л. 3,02. Уч.-изд. л. 3,185.
РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»