

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Методические рекомендации для
самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Б1.В.14 Сопротивление материалов

Направление подготовки 35.03.06 - Агроинженерия

Профиль образовательной программы Технический сервис в АПК

Форма обучения очная

СОДЕРЖАНИЕ

1. Организация самостоятельной работы.....	3
1.1 Организационно-методические данные дисциплины.....	3
2. Методические рекомендации по выполнению индивидуальных домашних заданий	4
2.1 Темы индивидуальных домашних заданий.....	4
2.2 Содержание индивидуальных домашних заданий	5
2.3 Порядок выполнения заданий.....	13
2.4 Пример выполнения задания.....	15
3. Методические рекомендации по самостоятельному изучению вопросов.....	20

1. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1.1. Организационно-методические данные дисциплины

п.п.	Наименование темы	Общий объем часов по видам самостоятельной работы				
		курсовое проектирование	рефераты (эссе)	индивидуальные домашние задания	самостоятельное изучение вопросов	подготовка к занятиям
1	2	3	4			
1	Тема 1 Введение. Основные понятия и определения.					
2	Тема 2 Подбор сечений. Условия прочности.			3	0,5	
3	Тема 3 Основные механические характеристики материала.				0,5	
4	Тема 4 Постоянные упругие материала (модуль упругости)					
5	Тема 5 Анализ напряженного состояния.				0,5	
6	Тема 6 Анализ деформированного состояния.				0,5	
7	Тема 7 Теории прочности					
8	Тема 8 Геометрические характеристики плоских сечений			2	1	
9	Тема 9 Кручение. Условия прочности. Подбор сечений				0,5	
10	Тема 10 Постоянные упругие материала (модуль сдвига)					
11	Тема 11 Прямой изгиб. Условия прочности. Подбор сечений				0,5	
12	Тема 12 Метод начальных параметров				1	

13	Тема 13 Энергетические методы определения перемещений.			4	12	
14	Тема 14 Статически неопределимые системы при растяжении и сжатии				6	
15	Тема 15 Статически неопределимые системы при изгибе				6	
16	Тема 16 Косой изгиб			2	6	
17	Тема 17 Совместное действие изгиба и осевого растяжения (сжатия)					
18	Тема 18 Внецентренное растяжение(сжатие)			2	6	
19	Тема 19 Совместное действие изгиба и кручения			2		
20	Тема 20 Продольный изгиб				12	
21	Тема 21 Напряжения при ударе, равноускоренном движении, во вращающемся кольце.				4	
22	Тема 22 Напряжения при колебаниях.				4	
23	Тема 23 Повторно-переменные нагрузки.				4	

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ

2.1 Темы индивидуальных домашних заданий

Индивидуальное домашнее задание 1(ИДЗ -1). Построение эпюр ВСФ.

Индивидуальное домашнее задание 2(ИДЗ-2). Геометрические характеристики плоских сечений.

Индивидуальное домашнее задание 3(ИДЗ -3). Полная проверка прочности балки при изгибе. Определение перемещений в балке методом начальных параметров.

Индивидуальное домашнее задание 4(ИДЗ -4). **Сложное сопротивление.**

2.2 Содержание индивидуальных домашних заданий

Индивидуальное домашнее задание 1(ИДЗ -1). **Построение эпюр ВСФ.** Выборка заданий. Общая база содержит 28 вариантов.

Построение эпюр внутренних силовых факторов (ВСФ) является одной из основных тем курса сопротивления материалов.

Каждый студент при выполнении РПР №1 должен построить эпюры внутренних силовых факторов для пяти схем, которые приведены ниже.

Номер варианта соответствует номеру студента по списку в классном журнале и указывается преподавателем.

Исходные данные для построения эпюр следует брать из таблицы, приведенной ниже в строке, соответствующей номеру группы.

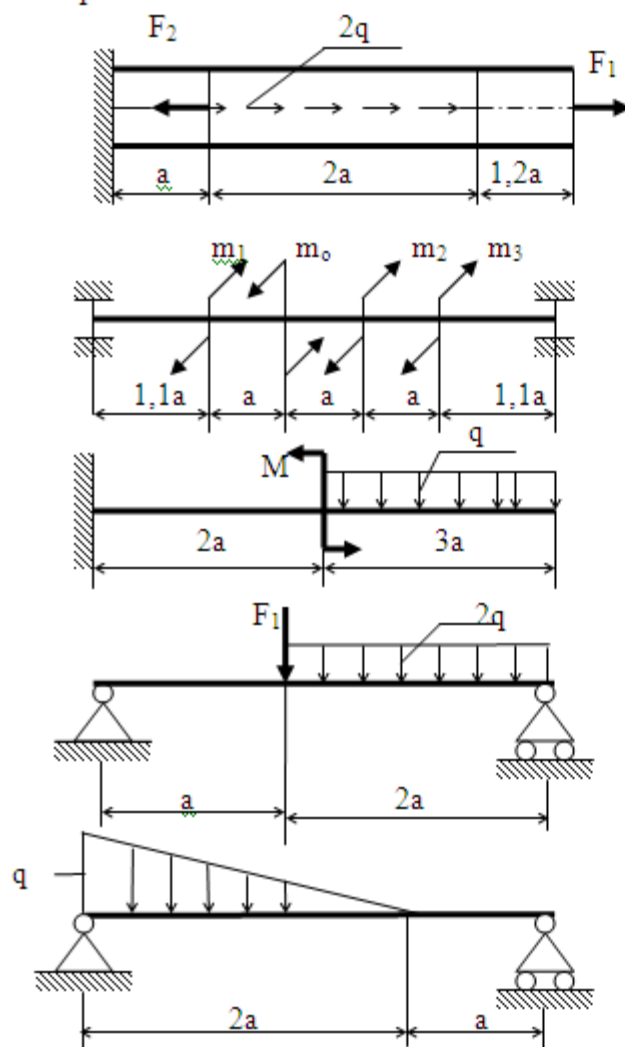
Исходные данные к РПР №1

№ группы	Параметры							
	а м	F ₁ кН	F ₂ кН	q кН/м	m ₁ кН*м	m ₂ кН*м	m ₃ кН*м	M кН*м
Тех.системы 21	1,0	35	45	10	15	20	45	100
Тех.сервис 21	1,5	30	20	6	35	50	25	80

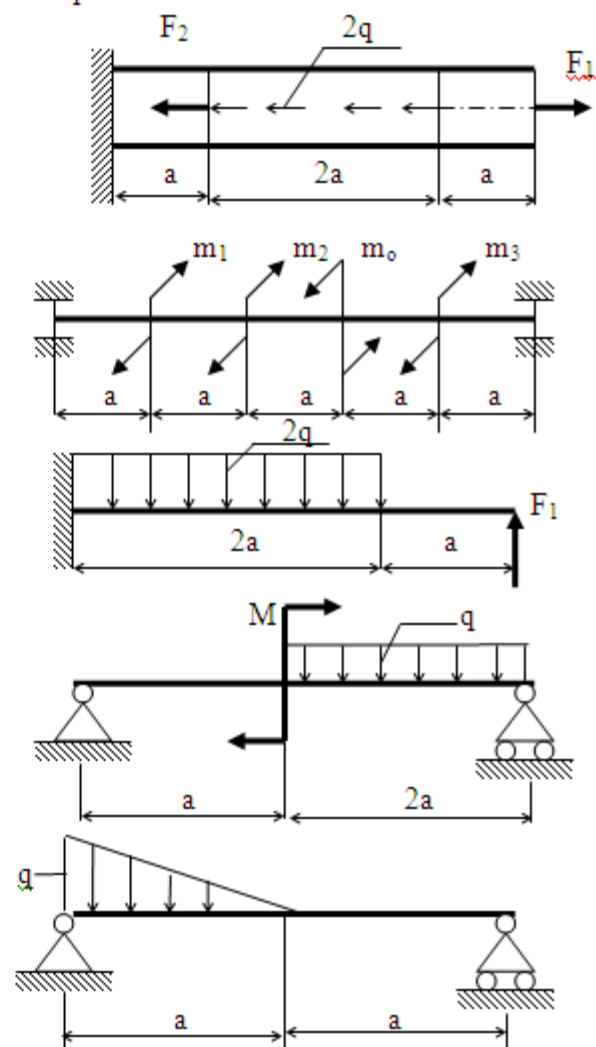
Все расчеты необходимо выполнять на листах 11 формата с одной стороны листа. Схемы и исходные данные поместить на первый лист РПР. Эпюры строить с помощью карандаша и линейки. Все эпюры должны быть обозначены, на границах участков необходимо нанесены значение величины ВСФ.

Титульный лист необходимо оформить по образцу.

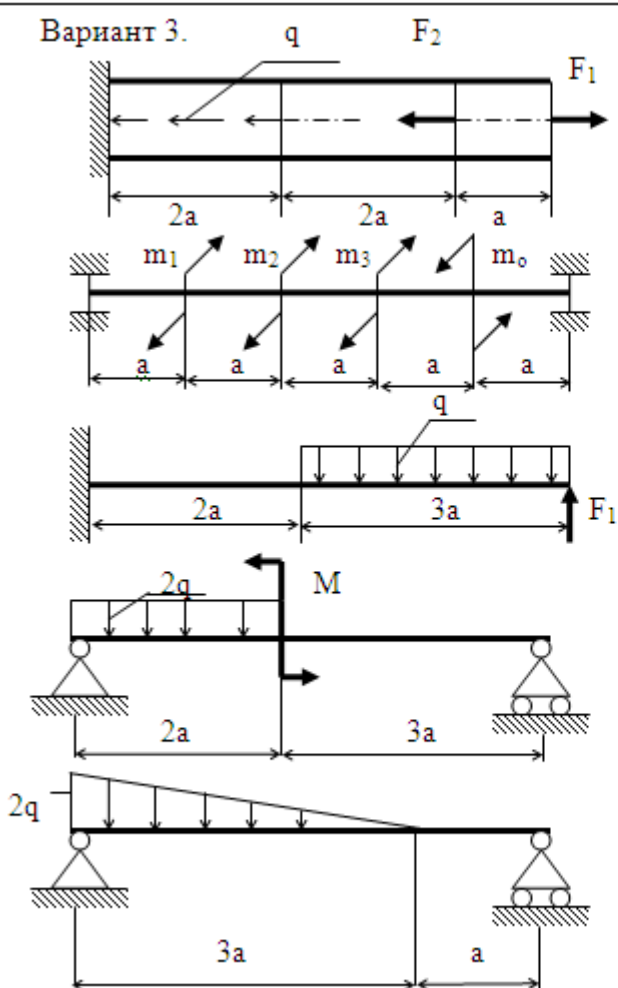
Вариант 1.



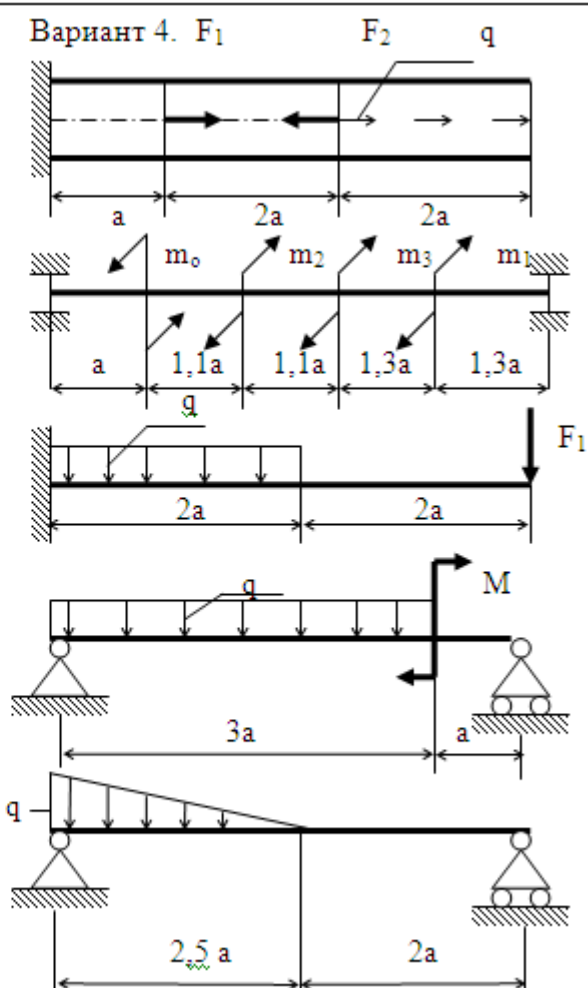
Вариант 2.



Вариант 3.



Вариант 4.

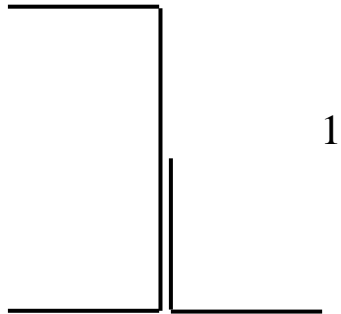


Индивидуальное домашнее задание 2(ИДЗ-2). Геометрические характеристики плоских сечений.

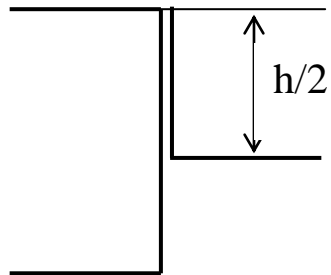
Выборка заданий. Общая база содержит 32 варианта.

Для заданного сечения вычислить главные центральные моменты инерции и определить положение главных центральных осей инерции.

	Равнобокий уголок	Швеллер	Двутавр
1	40х40х4	№ 8	№16
2	40х40х5	№ 5	№18
3	40х40х3	№ 12	№24
4	45х45х3	№ 10	№18
5	45х45х4	№ 14	№20
6	45х45х5	№ 16	№30
7	50х50х3	№ 20	№27
8	50х50х4	№ 18	№22
9	50х50х5	№ 22	№24
10	56х56х4	№ 14	№30
11	56х56х5	№ 10	№20
12	63х63х4	№ 12	№22
13	63х63х5	№ 14	№18
14	63х63х6	№ 16	№16
15	70х70х4,5	№ 18	№14
16	70х70х5	№ 20	№12
17	70х70х6	№ 24	№10
18	70х70х7	№ 26	№12
19	70х70х8	№ 12	№14
20	80х80х6	№ 10	№16
21	80х80х7	№ 16	№18
22	80х80х8	№ 14	№20
23	90х90х6	№ 22	№12
24	90х90х7	№ 20	№14
25	100х100х7	№ 20	№16
26	100х100х8	№ 24	№18
27	100х100х10	№ 16	№18
28	100х100х12	№ 18	№20
29	100х100х14	№ 12	№16
30	140х140х10	№ 14	№14
31	140х140х12	№ 12	№12
32	160х160х10	№ 10	№10

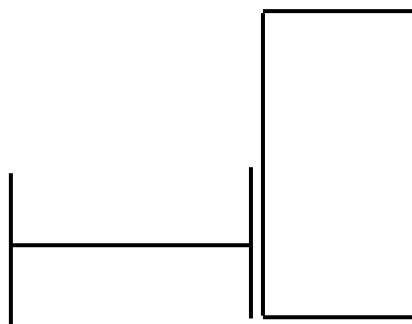


1

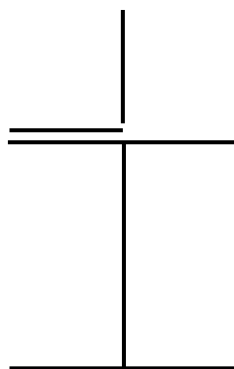


3

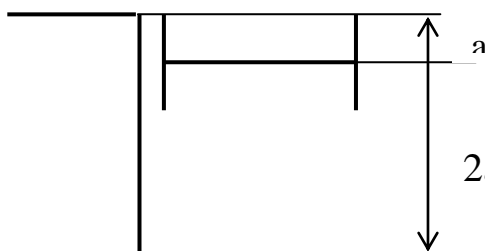
$h/2$



5



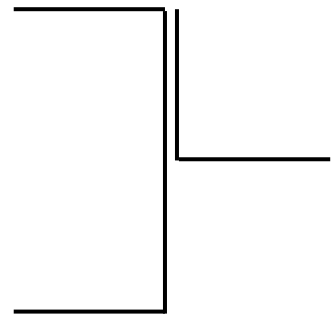
7



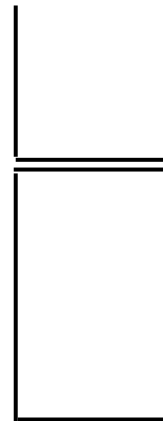
9

a

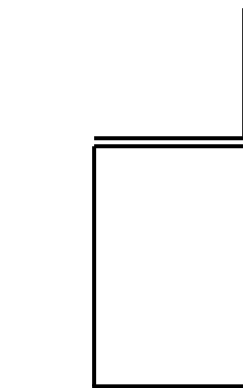
$2a$



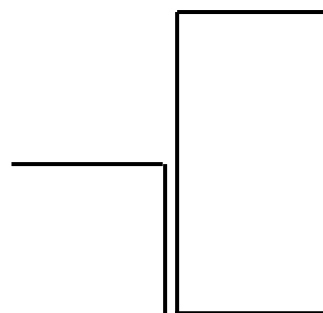
2



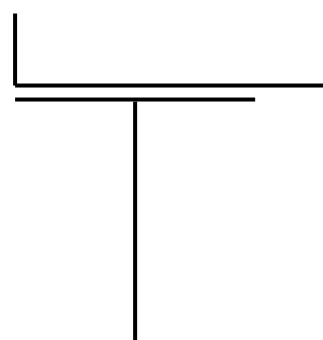
4



6



10



8

Индивидуальное домашнее задание 3(ИДЗ -3). Полная проверка прочности балки при изгибе. Определение перемещений в балке методом начальных параметров.

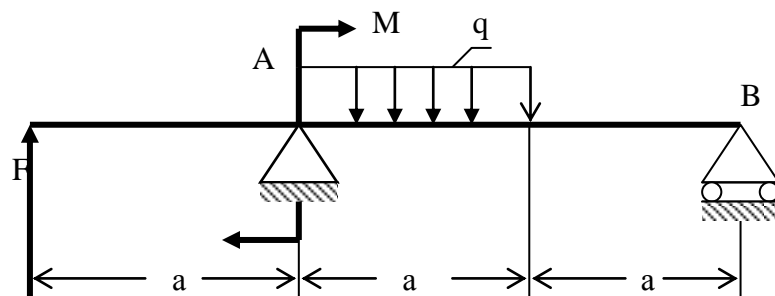
Выборка заданий. Общая база содержит 28 вариантов.

Для заданной балки требуется выполнить полную проверку прочности и определить перемещение заданного сечения методом начальных параметров.

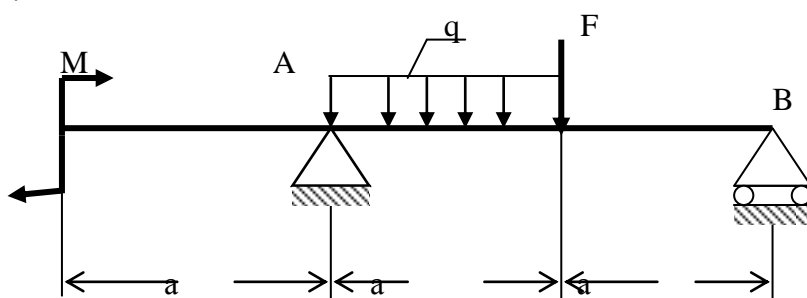
Исходные данные для расчетов взять из таблицы.

№ групп	F, кН	q, кН/м	M, кН·м	a, м	ℓ , м
Техн. системы-21	70	20	50	1,6	2,0
Техн. сервис-21	60	30	40	1,4	2,2

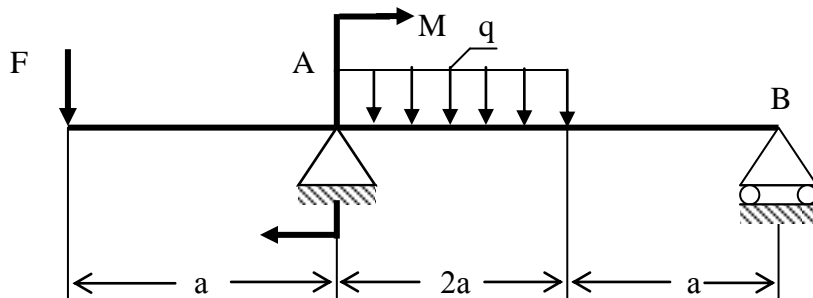
Вариант № 1.



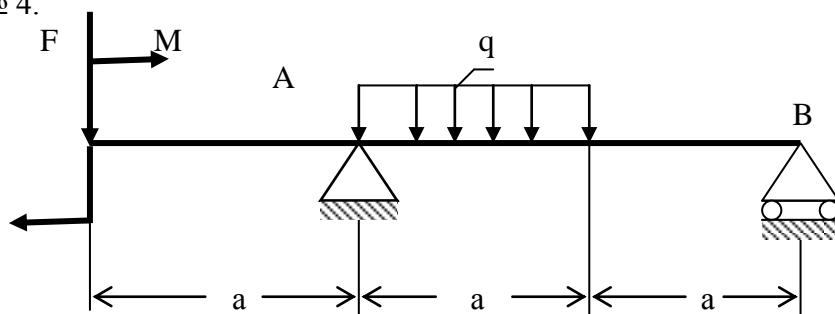
Вариант № 2.



Вариант № 3.



Вариант № 4.



Индивидуальное домашнее задание 4(ИДЗ -4). **Сложное сопротивление.**

Выборка заданий. Общая база содержит 28 вариантов.

Задача № 1. Определить диаметр вала по третьей теории прочности.

Задача № 2. Определить максимальную нагрузку, которую можно приложить в точке А заданного сечения

Задача № 3. Определить размеры прямоугольного сечения балки при косом изгибе.

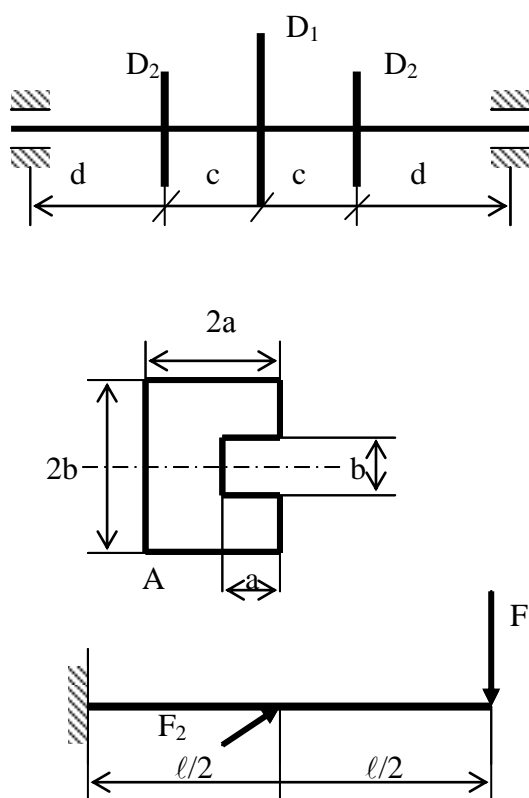
Исходные данные взять из таблицы.

Исходные данные к ИДЗ № 4

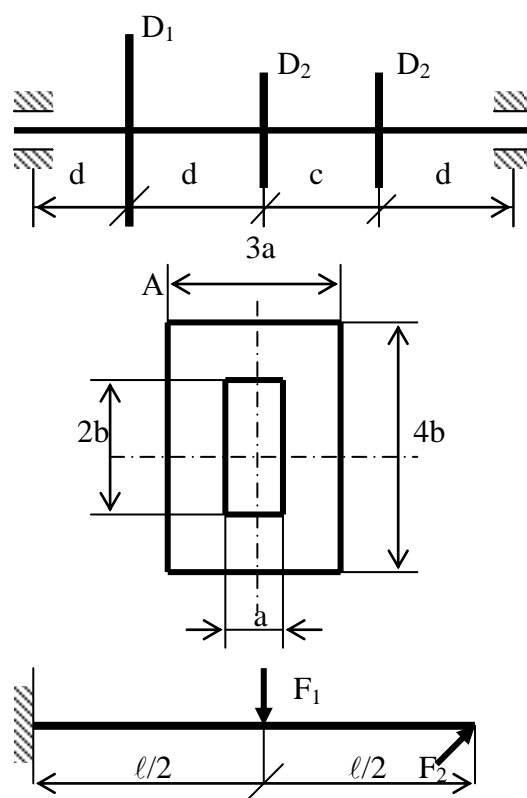
Группа	Задача № 1							
	P_1 , кВт	D_1 , м	D_2 , м	α_1 , град.	α_2 , град.	n , об/мин	c , м	d , м
Тех. системы-21	80	1,2	0,8	40	30	750	0,8	1,0
Тех. сервис-21	150	1,3	0,7	35	40	1000	0,9	0,8

Группа	Задача № 2				Задача № 3					
	a , см	b , см	$[\sigma]_p$, мПа	$[\sigma]_{сж}$, мПа	F_1 , кН	F_2 , кН	M , кНм	q , кН/м	ℓ , м	h/b
Тех. системы-21	3,0	2,0	40	80	6	6	15	12	2,4	2,0
Тех. сервис-21	5,0	4,0	45	70	7	9	25	14	2,6	2,1

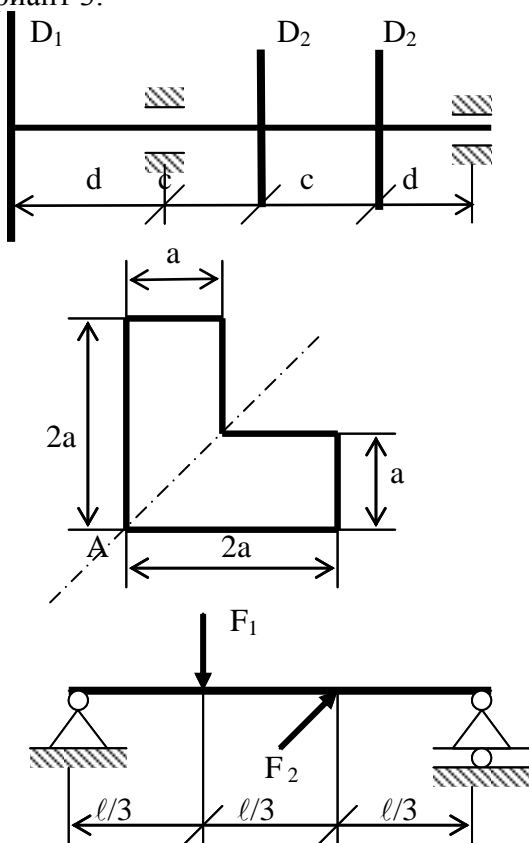
Вариант 1.



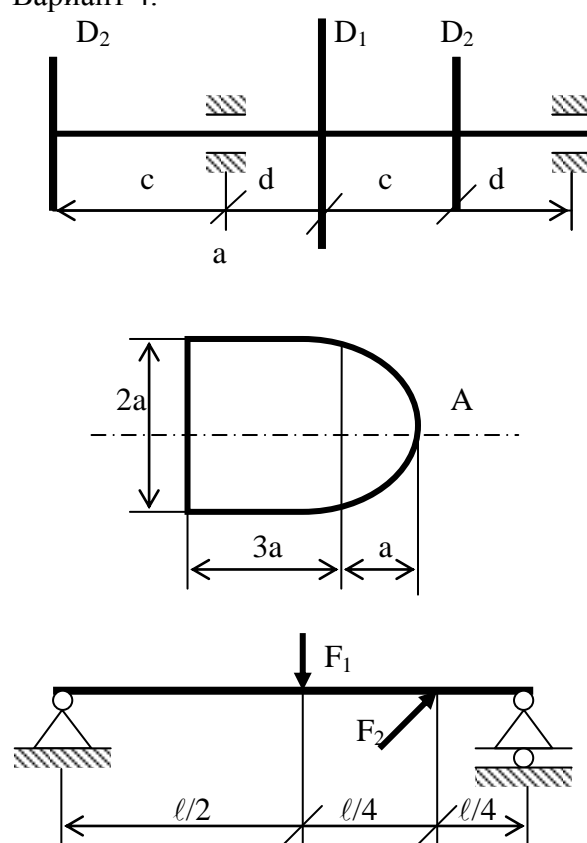
Вариант 2.



Вариант 3.



Вариант 4.



2.3 Порядок выполнения заданий

1. Индивидуальное домашнее задание 1(ИДЗ -1). Построение эпюр ВСФ.

1. Определить при необходимости опорные реакции и выполнить проверку правильности их определения.
2. Разбить балку на участки.
3. Записать для каждого участка аналитические выражения для внутренних силовых факторов, которые имеют место для данного вида нагружения.
4. Построить эпюры внутренних силовых факторов.

2. Индивидуальное домашнее задание 2(ИДЗ-2). Геометрические характеристики плоских сечений.

1. Определить положение центра тяжести сечения.
2. Определить осевые и центробежные моменты инерции относительно центральных осей.
3. Определить положение главных центральных осей инерции.
4. Определить величину главных центральных моментов инерции.
5. Выполнить проверку правильности расчетов.

Индивидуальное домашнее задание 3(ИДЗ -3). Полная проверка прочности балки при изгибе. Определение перемещений в балке методом начальных параметров.

1. Построить эпюры изгибающего момента M_x и поперечной силы Q_y ;
2. Из условия прочности по нормальным напряжениям провести подбор двутаврового профиля, приняв $[\sigma]=160$ МПа;
3. Провести проверку выбранного сечения по касательным напряжениям, приняв $[\tau]=100$ МПа;
4. Провести окончательную проверку прочности по главным напряжениям по III теории прочности. Проверку провести для того сечения балки, в котором M_x и Q_y одновременно достигают достаточно больших значений и для той точки сечения, в которой нормальные и касательные напряжения одновременно достигают достаточно больших значений;
5. Построить эпюры нормальных и касательных напряжений для сечения, по которому проводилась проверка по главным напряжениям;

6. Определить методом начальных параметров угол поворота и прогиб по середине пролета балки;

7. По эпюре изгибающего момента M_x построить форму изогнутой оси балки.

Индивидуальное домашнее задание 4(ИДЗ -4). Сложное сопротивление.

Задача № 1. Определить диаметр вала по третьей теории прочности.

Шкив с диаметром D_1 и с углом наклона ветвей ремня к горизонту α_1 делает n оборотов в минуту и передает мощность P_1 кВт. Два других шкива имеют одинаковый диаметр D_2 и одинаковые углы наклона ветвей ремня к горизонту α_2 . Каждый из них передает мощность $P_1/2$ (см. рисунок). Требуется:

- 1) определить моменты, приложенные к шкивам, по заданным P и n ;
- 2) построить эпюру крутящих моментов M_z ;
- 3) определить окружные усилия t_1 и t_2 , действующие на шкивы, по найденным моментам и заданным диаметрам шкивов D_1 и D_2 ;
- 4) определить давления на вал, принимая их равными трем окружным усилиям;
- 5) определить силы, изгибающие вал в горизонтальной и вертикальной плоскостях;
- 6) построить эпюры изгибающих моментов от горизонтальных сил M_y и от вертикальных сил M_x ;
- 7) построить эпюру суммарных изгибающих моментов $M_{\text{и}}$;
- 8) при помощи эпюр M_z и $M_{\text{и}}$ найти опасное сечение и определить максимальный расчетный момент по третьей теории прочности;
- 9) подобрать диаметр вала при $[\sigma]=70$ МПа и округлить его до стандартного значения.

Данные взять из таблицы.

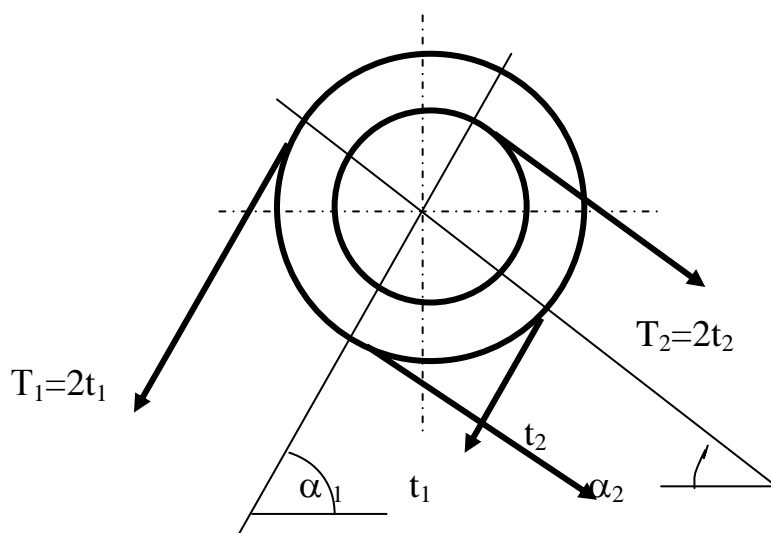


Рис. Схема сил, действующих на шкивы.

Задача № 2. Определить максимальную нагрузку, которую можно приложить в точке А заданного сечения

Чугунный короткий стержень сжимается продольной силой F , приложенной в точке А. Требуется:

1) вычислить наибольшее растягивающее и наибольшее сжимающее напряжения в поперечном сечении, выразив эти напряжения через F , и размеры сечения;

2) найти допускаемую нагрузку F при заданных размерах сечения и допускаемых напряжениях для чугуна на сжатие $[\sigma]_{сж}$ и на растяжение $[\sigma]_p$.

Данные взять из таблицы.

Задача № 3. Определить размеры прямоугольного сечения балки при косом изгибе.

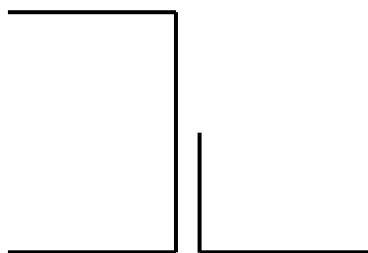
Деревянная балка прямоугольного поперечного сечения загружена в вертикальной и горизонтальной плоскостях силами F_1 , F_2 , изгибающим моментом M и распределенной нагрузкой интенсивностью q . Требуется:

1) построить эпюры M_x и M_y и установить положение опасного сечения;

2) подобрать размеры поперечного сечения h и b при допускаемом напряжении $[\sigma]=8$ МПа;

2.4 Пример выполнения задания

Для заданного поперечного сечения, состоящего из швеллера №20 и равнобокого уголка 100*100*10 требуется:



1. Определить положение центра тяжести;
2. Определить величину осевых и центробежных моментов инерции относительно осей проходящих через центр тяжести сечения;
3. Определить положение главных центральных осей;
4. Определить величину главных центральных моментов инерции;

Решение

1. Вычертим эскизы швеллера и уголка с указанием основных геометрических характеристик. (Для удобства все параметры и расчеты приведем в сантиметрах)

Швеллер (1 фигура)

$$A=23,4 \text{ см}^2$$

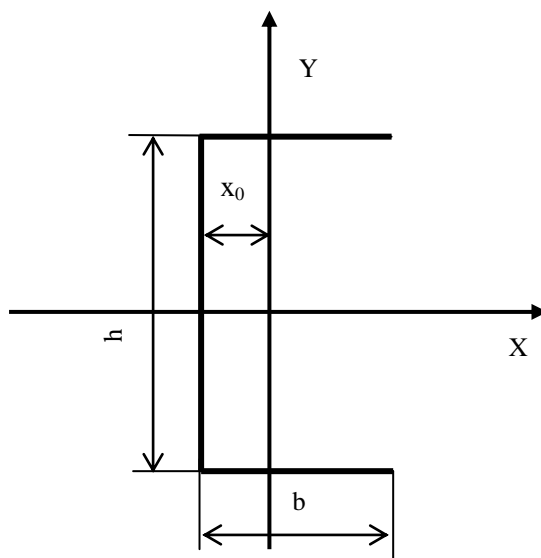
$$J_x=1520 \text{ см}^4$$

$$J_y=113 \text{ см}^4$$

$$h=20 \text{ см}$$

$$X_0=2,07 \text{ см}$$

$$b=7,60 \text{ см}$$



олок (2 фигура)

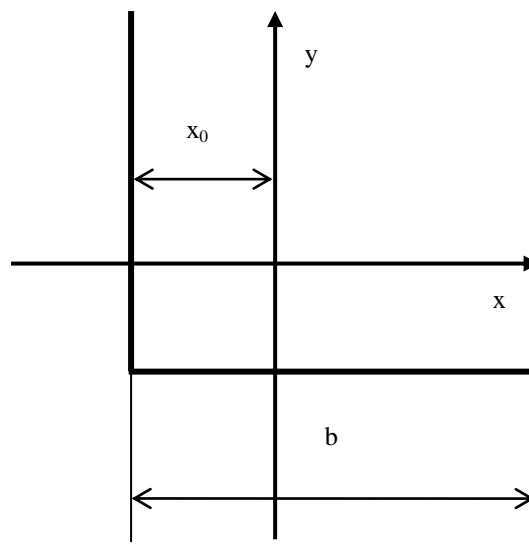
$$A=19,2 \text{ см}^2$$

$$J_x=J_y=179 \text{ см}^4$$

$$J_{xy}=-110 \text{ см}^4$$

$$X_0=2,82 \text{ см}$$

$$b=10 \text{ см}$$



Вычертим в масштабе заданное сечение и проведем вспомогательные оси x_3, y_3 для определения положения его центра тяжести (если сечение состоит из трех профилей, то проведем оси x_4, y_4)

Положение центра тяжести определим из выражений

$$x_c = \frac{x_{c1}A_1 + y_{c2}A_2}{A_1 + A_2} = \frac{5,53 \cdot 23,4 + 10,43 \cdot 19,2}{23,4 + 19,2} = 7,76 \text{ см}$$

$$x_{c1} = e - x_{01} = 7,60 - 2,07 = 5,53 \text{ см}$$

$$x_{c2} = e + x_{02} = 7,60 + 2,83 = 10,43 \text{ см}$$

$$y_c = \frac{y_{c1}A_1 + y_{c2}A_2}{A_1 + A_2} = \frac{10 \cdot 23,4 + 2,83 \cdot 19,2}{23,4 + 19,2} = 6,77 \text{ см}$$

$$y_{c1} = \frac{h}{2} = \frac{20}{2} = 10 \text{ см}$$

$$y_{c2} = x_{02} = 2,83 \text{ см}$$

Отметим положение центра тяжести на схеме сечения и проведем через него центральные оси x, y параллельно осям x_1, y_1, x_2, y_2

Определим осевые и центробежный момент инерции относительно осей x, y используя для того выражения 5

$$J_x = J_x^I + J_x^L$$

$$J_x^I = J_{x1}^I + a_1^2 A_1 = 1520 + 3,23^2 \cdot 23,4 = 1764 \text{ см}^4$$

$$|a_1| = y_{c1} - y_c = 10 - 6,77 = 3,23 \quad a_1 > 0$$

$$J_x^L = J_{x2}^L + a_2^2 \cdot A_2 = 179 + (-3,94^2) \cdot 19,2 = 477 \text{ см}^4$$

$$|a_2| = y_c - y_{c2} = 6,77 - 2,83 = 3,94 \quad a_2 < 0$$

$$J_x = 1764 + 477 = 2241 \text{ см}^4$$

$$J_y = J_y^I + J_y^L$$

$$J_y^I = J_{y1}^I + b_1^2 A_1 = 113 + 2,21^2 \cdot 23,4 = 227 \text{ см}^4$$

$$|b_1| = x_c - x_{c1} = 7,74 - 5,53 = 2,21 \quad b_1 < 0$$

$$|e_1| = x_c - x_{c1} = 7,74 - 5,53 = 2,21 \text{ см} \quad e_1 > 0$$

$$J_y^L = J_{y2}^L + e_2^2 A_2 = 179 + 2,69^2 \cdot 19,2 = 318 \text{ см}^4$$

$$|e_2| = x_{c2} - x_c = 10,43 - 7,74 = 2,69 \text{ см} \quad e_2 > 0$$

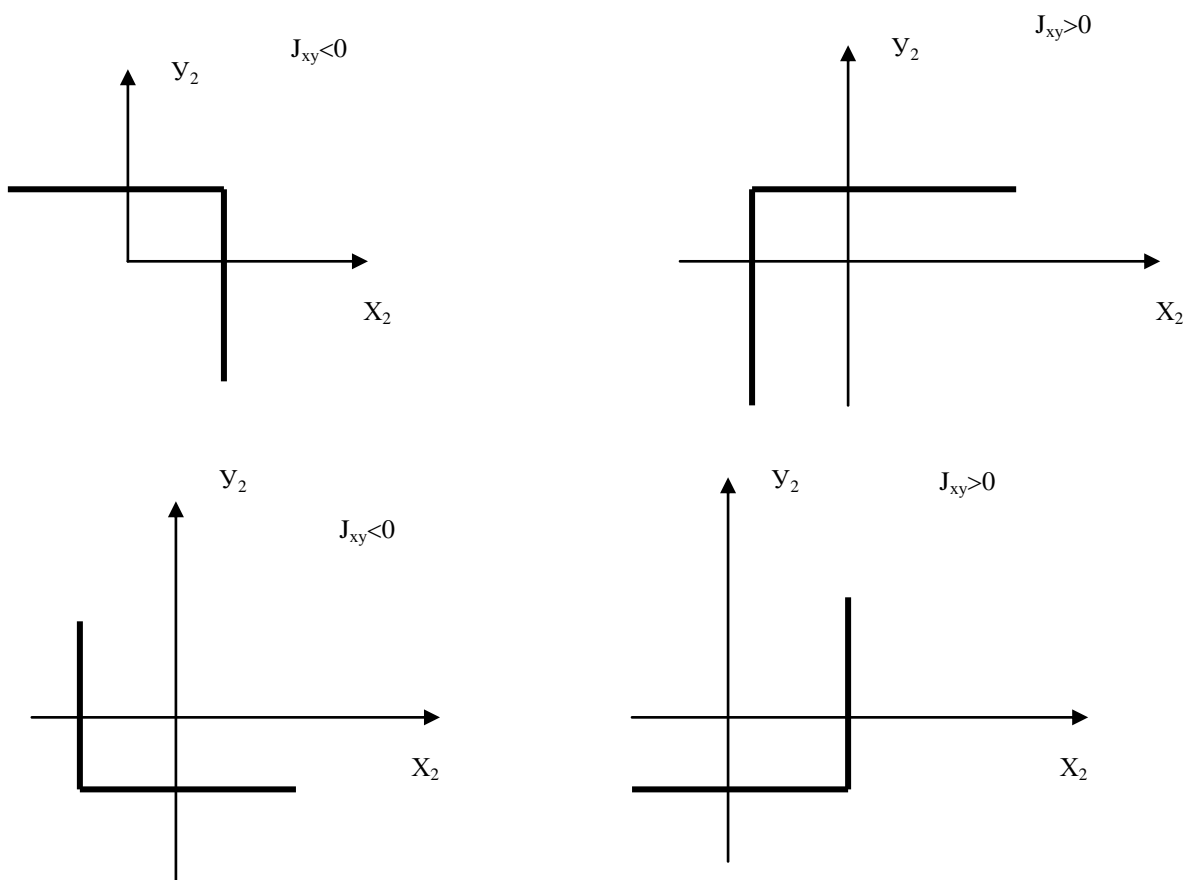
$$J_y = 227 + 318 = 545 \text{ см}^4$$

$$J_{xy} = J_{xy}^I + J_{xy}^L$$

$$J_{xy}^I = J_{x_1y_1} + a_1 e_1 A_1 = 0 + 3,23(-2,21) * 23,4 = -167 \text{ см}^4$$

Оси x_1y_1 для швеллера являются главными центральными осями. Относительно этих осей центробежный момент равен нулю. Поэтому $J_{x_1y_1} = 0$

Оси x_2y_2 для уголка не являются главными центральными осями. Относительно центральных осей x_2y_2 центробежный момент инерции приводится в таблице сортамента. Знак $J_{x_2y_2}$ присваивается в зависимости от расположения сечения относительно осей x_2y_2 .



$$J_{xy}^L = J_{x_2y_2} + a_2 e_2 A_2 = -110 + (-3,94) * 2,69 * 19,2 = -313 \text{ см}^4$$

$$J_{xy} = -167 + (-313) = -480 \text{ см}^4$$

Определим угол α , на который необходимо повернуть центральные оси x, y , чтобы они стали главными центральными осями инерции.

$$\operatorname{tg} 2\alpha = -\frac{2J_{xy}}{J_x - J_y} = -\frac{2 \cdot (-480)}{2241 - 545} = 0,566$$

$$2\alpha = \arctg 0,566 \quad 2\alpha = 29,5 \quad \alpha = 14,75^\circ$$

Угол α положительный. Следовательно, оси x_u необходимо повернуть против часовой стрелки на $14,75$ градусов. Новые оси u, v являются главными центральными осями инерции.

Определим моменты инерции сечения относительно этих осей. Причем один из моментов инерции будет максимальным J_{\max} , а другой минимальным J_{\min} .

$$J_{\max/\min} = \frac{2241 + 545}{2} \pm \frac{1}{2} \sqrt{(2241 - 545)^2 + 4(-480)^2}$$

$$J_{\max/\min} = 1393 \pm 974$$

$$J_{\max} = 2367 \text{ см}^4 = J_u$$

$$J_{\min} = 419 \text{ см}^4 = J_v$$

Для проверки правильности расчетов определим величину главных центральных моментов инерции J_u, J_v из выражений

$$\begin{aligned} J_u &= J_x \cos^2 \alpha + J_y \sin^2 \alpha - 2J_{xy} \sin \alpha \cos \alpha = \\ &= 2241 \cdot \cos^2 14,75 + 545 \sin^2 14,75 - 2(-480) \sin 14,75 \cos 14,75 = \\ &= 2095,7 + 35,3 + 236 = 2367 \text{ см}^4 \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} J_v &= J_x \sin^2 \alpha + J_y \cos^2 \alpha + 2J_{xy} \sin \alpha \cos \alpha = \\ &= \sin^2 14,75 + 545 = \\ &= 2241 \cos^2 14,75 + 2(-480) \sin 14,75 \cos 14,75 = \\ &= 145,3 + 509,7 - 236 = 419 \text{ см}^4 \end{aligned}$$

Причем

$$J_x + J_y = J_u + J_v;$$

$$2241 + 545 = 2367 + 419;$$

$$2786 = 2786$$

Следовательно, расчеты выполнены верно.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОМУ ИЗУЧЕНИЮ ВОПРОСОВ

3.2 Простая деформация бруса. Осевое растяжение (сжатие). Срез (сдвиг).

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Знаки нормальных и касательных напряжений необходимо учитывать при проектировании элементов конструкций, испытывающих осевое растяжение, срез или сдвиг. Необходимо учитывать, что хрупкие материалы хорошо работают на сжатие и плохо на растяжение, а древесина на скол (сдвиг) выдерживает незначительную нагрузку вдоль волокон.

Для экономии материала при расчете стержней, возможно их изготовление с разной площадью поперечного сечения, причем напряжения во всех сечениях должны быть одинаковы.

3.3 Напряженное и деформированное состояние

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

При анализе напряженного состояния необходимо обратить внимание на площадки, на которых возникают максимальные касательные напряжения, так как именно по этим площадкам происходит разрушение элементов конструкций при растяжении или сжатии, кручении. На соседних площадках касательные напряжения равны по величине и противоположны по знаку.

Коэффициент поперечной деформации (коэффициент Пуассона) не может превышать 0,5.

3.4 Геометрические характеристики плоских сечений

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Рассмотрение геометрических характеристик плоских сечений необходимо начинать с изучения статических моментов. Именно они позволяют

определять положение центра тяжести сечения и положение центральных осей инерции.

Кручение и изгиб бруса невозможно рассмотреть без учета таких геометрических характеристик сечений как осевой момент инерции, полярный момент инерции, а центробежный момент инерции позволяет определять направление наибольшей и наименьшей жесткости конструкции.

3.5 Простая деформация бруса. Кручение. Прямой изгиб.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

При кручении и изгибе необходимо учитывать форму поперечного сечения бруса. Нормальные напряжения при изгибе и касательные при кручении круглого бруса достигают максимального значения на его поверхности.. Именно там и должно располагаться большее количество материала. Такие сечения будут рациональными. К ним можно отнести кольцо, полый прямоугольник, швеллер, двутавр.

Распределение напряжений по сечению вала некруглого сечения будет другим. Максимальные напряжения возникают по центру большей стороны прямоугольника, а в угловых точках равны нулю.

3.6 Перемещение балки при изгибе.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

При проектировании ответственных конструкций помимо расчета на прочность необходимо выполнять проверочный расчет на жесткость, который заключается в определении перемещения заданного сечения: прогиба и угла поворота. Часто при этом используют метод начальных параметров. Этими параметрами являются прогиб и угол поворота в начале геометрической системы координат. При использовании энергетических способов определения перемещений, которые основаны на законе сохранения энергии используют метод Симпсона.

3.7 Статически неопределимые системы.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности

Статически неопределимые системы очень чувствительны к неточности изготовления отдельных элементов. Расчет статически неопределимых балочных и рамных конструкций всегда начинают с выбора основной системы и составления канонических уравнений метода сил. Решение этих уравнений позволяет определить усилия, возникающие в элементах конструкций.

3.8 Сложная деформация бруса.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности

Сложную деформацию следует рассматривать как сумму нескольких простых деформаций. При косом изгибе для вычисления полной деформации необходимо определить составляющие прогиба в двух плоскостях и просуммировать их.

При подборе сечений бруса при изгибе и растяжении (сжатии), следует учесть, что от каждого внутреннего силового фактора возникают только нормальные напряжения и их сумма не должна превышать напряжения допускаемые.

При изгибе и кручении напряжения как нормальные, так и касательные достигают максимального значения на поверхности вала. Поэтому рациональной формой сечения вала будет кольцо.

3.9 Продольный изгиб.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

При выполнении расчетов центрально сжатых стержней на устойчивость необходимо правильно выбирать материал для изготовления конструкций. Например, если стержень обладает гибкостью более 100 единиц, то для его изготовления лучше брать дешевую малоуглеродистую сталь. Для стержней средней и малой гибкости лучше подойдет сталь более качественная.

3.10 Динамические нагрузки.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Необходимо учитывать, что при ударной нагрузке перемещения и деформации могут значительно превышать значения, полученные при статической нагрузке. Разница между ними зависит от величины динамического коэффициента.

При совпадении частот собственных и вынужденных колебаний наступает резонанс. Его опасность заключается в том, что в элементах конструкций могут возникнуть напряжения, многократно превышающие допускаемые и может наступить предельное состояние (разрушение).

3.11 Повторно-переменные нагрузки

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Для получения полного представления о работе материала при повторно-переменных нагрузках строят диаграммы предельных амплитуд, которые позволяют для любого цикла переменных напряжений получить однозначный ответ: сможет ли рассматриваемая деталь проработать базовое число циклов нагружения (сколь угодно долго) без разрушения или нет.