

Документ подписан простой электронной подписью
 Информация о владельце:
 ФИО: Косенко Сергей Михайлович
 Должность: ректор
 Дата подписания: 17.06.2025 08:07:24
 Уникальный программный ключ:
 e3a68f3eaa1e62674b54f4998099d3d6bdfcf836

Оценочные материалы для промежуточной аттестации по дисциплине

Сопротивление материалов

Код, направление подготовки	08.03.01 Строительство
Направленность (профиль)	Промышленное и гражданское строительство
Форма обучения	очная
Кафедра-разработчик	Строительные технологии и конструкции
Выпускающая кафедра	Строительные технологии и конструкции

Типовые задания для расчетно-графических работ:

Расчетно-графическая работа №1

Построение эпюр внутренних усилий

Требуется построить эпюры внутренних усилий для 8-ми типов конструкций заданного варианта. Значения размеров и величин нагрузок взять из заданной строчки таблицы 1.

Таблица 1

Номер вар.	a, м	l, м	T, кНм	t, кНм/м	F, кН	q, кН/м	M, кНм
1	0,30	2,4	15	25	15	10	12
2	0,20	3,6	10	20	10	15	16
3	0,25	4,2	8	15	5	10	10
4	0,30	4,8	10	10	20	15	15
5	0,35	5,4	12	15	25	10	10
6	0,20	6,0	15	5	10	5	20
7	0,30	2,4	6	8	15	10	18
8	0,40	3,6	4	8	15	5	20
9	0,35	4,2	8	10	10	8	25
10	0,25	4,8	10	12	20	15	45
11	0,20	5,4	4	15	15	10	20
12	0,15	6,0	6	10	8	6	18
13	0,20	3,6	5	10	20	15	35
14	0,30	4,2	3	8	15	10	20
15	0,40	4,8	2	6	30	20	40

Вариант 1	Вариант 2

Расчетно-графическая работа №2

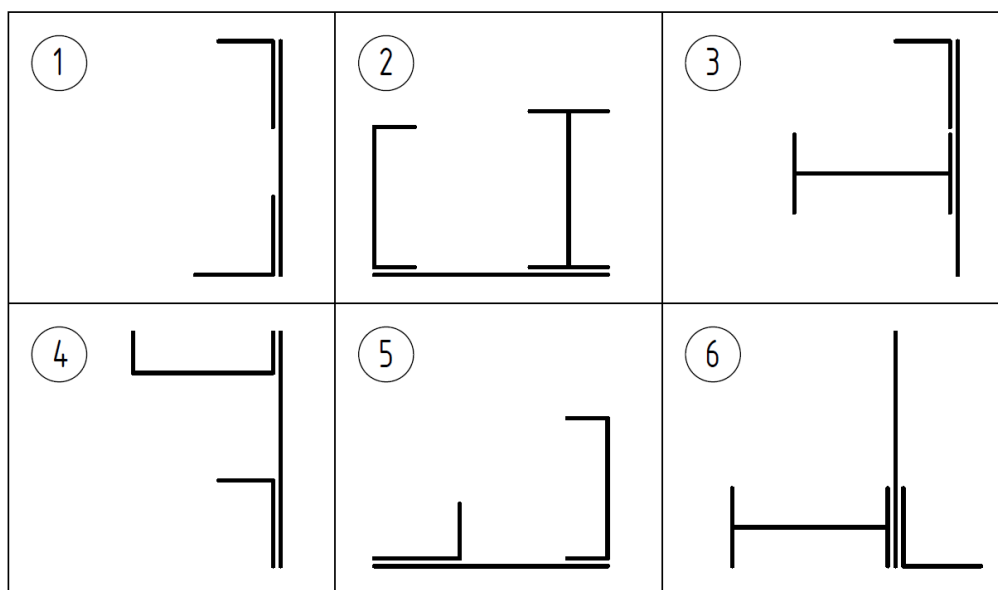
Определение геометрических характеристик плоских сечений

Для заданного составного сечения (см. таблица 4) определить главные оси и главные моменты инерции. Характеристики составных элементов определить согласно заданной строчке таблицы 3. Чертеж составного сечения выполнить на миллиметровке.

Таблица 3

Номер вариантов	Уголок		Швеллер	Двутавр	Лист
	равнополочный	неравнополочный			
1	6/0,6	8/5/0,6	12	14	30×1
2	8/0,8	10/6,3/0,8	18	20	36×1
3	7/0,8	7,5/5/0,8	16	12	32×1
4	9/0,7	11/7/0,7	20	24	40×1
5	11/0,7	14/9/0,8	24	27	46×1
6	9/0,9	10/6,3/0,6	16	24	38×1
7	7,5/0,8	11/7/0,8	22	30	42×1
8	12,5/0,9	14/9/1,0	27	33	48×1
9	7/0,6	7,5/5/0,6	18	27	34×1
10	11/0,8	12,5/8/1,0	24	30	44×1
11	14/1,0	16/10/1,0	30	36	50×1
12	8/0,8	9/5,6/0,6	20	18	36×1
13	10/1,0	10/6,3/0,8	22	20	40×1
14	6,3/0,6	7,5/5/0,6	14	12	30×1
15	7,5/0,6	9/5,6/0,8	12	16	32×1

Таблица 4



Расчетно-графическая работа №3

Расчет на прочность и жесткость при растяжении-сжатии, кручении и изгибе

Запроектировать поперечные сечения трех типов конструкций в соответствии с заданным вариантом (см. таблицу 7). Исходные данные взять согласно таблице 5 и заданной строчки таблицы 6.

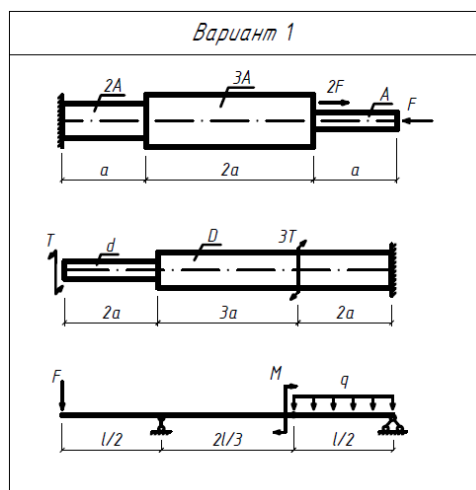
Таблица 5

Номер вар.	a, м	l, м	T, кНм	M, кНм	F, кН	q, кН/м	R _p , МПа	R _s , МПа	R _u , МПа	R _{ср} , МПа
1	0,25	2,4	20	25	30	20	5	10	160	130
2	0,30	3,0	25	40	45	30	4	12	170	140
3	0,35	3,6	30	45	40	10	3	10	180	150
4	0,40	4,2	15	35	25	15	4	10	190	160
5	0,45	4,8	30	50	30	20	2	8	200	170
6	0,50	5,4	25	40	20	12	4	8	210	130
7	0,25	6,0	40	25	15	8	2	6	160	140
8	0,30	2,4	35	30	20	30	3	10	170	150
9	0,35	3,0	30	25	50	25	5	15	180	160
10	0,40	3,6	25	50	30	20	3	12	190	170
11	0,45	4,2	20	45	20	10	2	8	200	120
12	0,5	4,8	15	25	30	40	4	12	210	130
13	0,25	5,4	60	30	25	10	3	10	220	140
14	0,30	6,0	50	20	20	8	2	6	230	150
15	0,35	3,0	40	15	35	15	4	8	240	160

Таблица 6

Схема I	Схема II	Схема III
$E = 0,18 \cdot 10^5$ МПа	$G = 0,8 \cdot 10^5$ МПа	$E = 2 \cdot 10^5$ МПа
Прямоугольное сечение	Круглое сечение	Три типа сечения: двутавровое, круглое, прямоугольное с соотношением сторон $h/b = 2$
Соотношение сторон: $h/b = 2$	Соотношение диаметров: $D/d = 1,5$	
Условие жесткости: $[\Delta u] = l/300$	Условие жесткости: $[\varphi] = 0,5^\circ/\text{м}$	Условие жесткости: $[\nu] = l/250$

Таблица 7



Расчетно-графическая работа №4

Расчет жесткого стержня на внецентренное сжатие

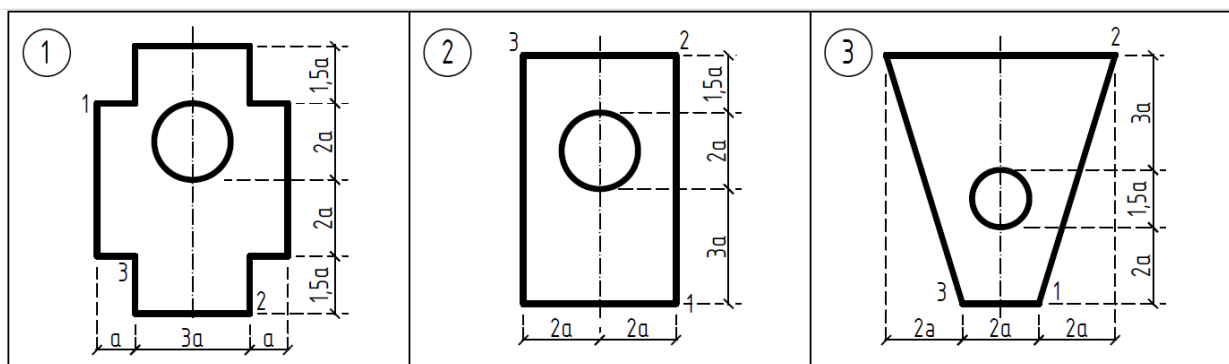
Для заданного сечения с известными координатами точек приложения сжимающей силы P (см. таблицу 9) требуется:

- определить положение нейтральной линии и показать ее положение в сечении бруса, вычерченном в выбранном масштабе на миллиметровке,
- построить эпюру напряжений для произвольного значения силы P ,
- из условия прочности найти наибольшее расчетное значение сжимающей силы P ,
- построить ядро сечения на том же чертеже, где показано положение нейтральной линии сечения.

Таблица 8

Номер строки	Номер точки приложения сжимающей силы P	a , м	$R_{сж}$, МПа	R_p , МПа
1	1	0,20	12	4
2	2	0,30	10	3
3	3	0,40	8	3
4	1	0,25	11	4
5	2	0,35	9	5
6	3	0,45	7	3
7	1	0,20	10	6
8	2	0,30	15	7
9	3	0,40	12	3
10	1	0,25	14	6
11	2	0,35	11	5
12	3	0,45	9	4
13	1	0,50	8	4
14	2	0,40	13	6
15	3	0,30	10	4

Таблица 9



Расчетно-графическая работа №5

Расчёт сжатого гибкого стержня на устойчивость

Для расчетной схемы согласно заданного варианта таблицы 12 требуется:

- из условия устойчивости назначить размеры поперечного сечения двусоставной стойки,
- определить величину критической силы,
- найти коэффициент запаса устойчивости.

Для всех вариантов задачи принять: материал стойки – сталь с расчетным сопротивлением $R = 200$ МПа, длину стойки, величину сжимающей силы по таблице 11, тип поперечного сечения по таблице 10.

Таблица 10

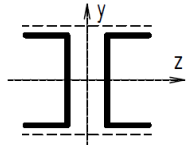
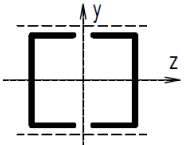
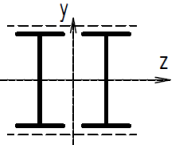
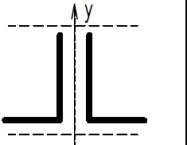
Тип сечения	A	B	C	D
Профиль				

Таблица 11

Номер строки	Тип сечения	H, м	F, кН	Номер строки	Тип сечения	H, м	F, кН
1	A	4,5	120	11	C	5,2	180
2	B	5,0	130	12	D	5,8	200
3	C	5,5	110	13	A	3,2	250
4	D	6,0	100	14	B	3,6	240
5	A	3,5	150	15	C	6,2	150
6	B	4,0	140	16	D	6,4	170
7	C	4,2	170	17	A	6,6	160
8	D	4,8	160	18	B	4,4	270
9	A	3,4	280	19	C	4,6	230
10	B	3,8	240	20	D	5,4	210

Таблица 12

Номер расчетной схемы	I	II	III	IV
Конструкция опорных закреплений сжатой стойки				
Номер расчетной схемы	V	VI	VII	
Конструкция опорных закреплений сжатой стойки			 а) Виды сбоку	

Расчетно-графическая работа №6

Расчет балки на упругом основании

В соответствии с заданным вариантом для балки, расположенной на упругом основании (см. таблицу 14), нагруженной согласно таблице 15 и принятыми значениями размеров, нагрузок и коэффициента жесткости основания по таблице 13, требуется:

- записать с помощью метода начальных параметров выражения для прогибов v , углов поворота поперечных сечений φ , изгибающих моментов M и поперечных сил Q на всех участках балки. Поставить граничные условия и определить неизвестные начальные параметры. Момент инерции поперечного сечения балки $J = J_z$ и ширину полки b взять из сортамента для стального прокатного двутавра. Модуль упругости принять равным:

$$E = 2,1 * 10^5 \text{ МПа},$$

- произвести расчет балки, по результатам которого построить эпюры Q, M, φ и v ,

- построить эпюру реактивного отпора основания. Определить приближенное значение равнодействующей реактивного отпора и выполнить проверку равновесия балки,

- проверить прочность балки, приняв коэффициент условий работы $\gamma_c = 1,0$, расчетное сопротивление стали $R = 210$ МПа и коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f = 1,2$.

Таблица 13

Номер вар.	l, м	Двутавр	M, кНм	P, кН	q, кН/м	k, Н/см ³
1	5,0	18	15	40	20	30
2	5,5	20	20	30	25	40
3	6,0	24	25	35	18	50
4	6,5	27	30	20	24	60
5	7,0	30	35	16	16	70
6	7,5	33	40	18	15	80
7	8,0	36	45	24	22	90
8	5,0	40	50	36	26	100
9	5,5	18	12	32	14	35
10	6,0	20	22	44	12	45
11	6,5	24	27	22	10	55
12	7,0	27	32	28	28	65
13	7,5	30	37	38	30	75
14	8,0	33	42	42	32	110
15	5,0	36	47	45	34	120

Таблица 14

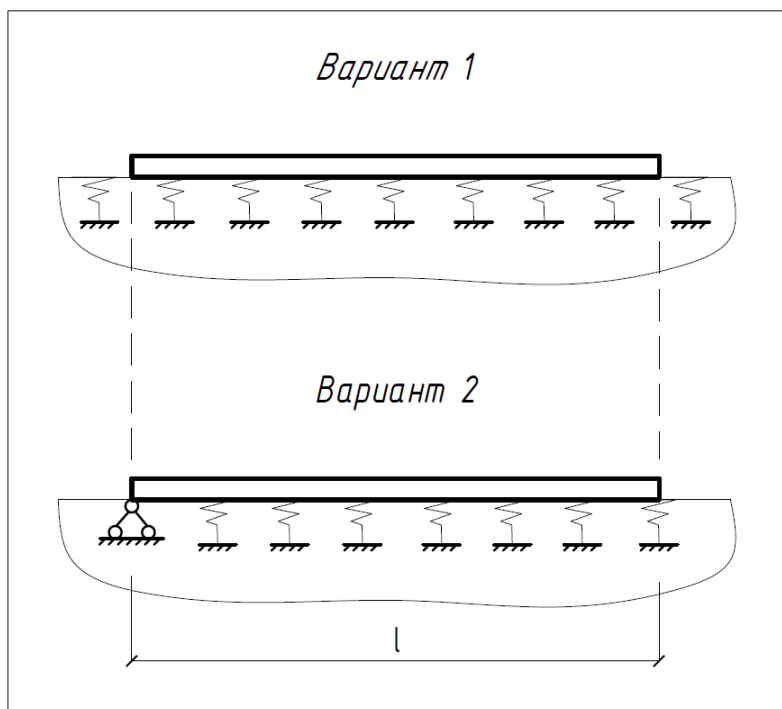
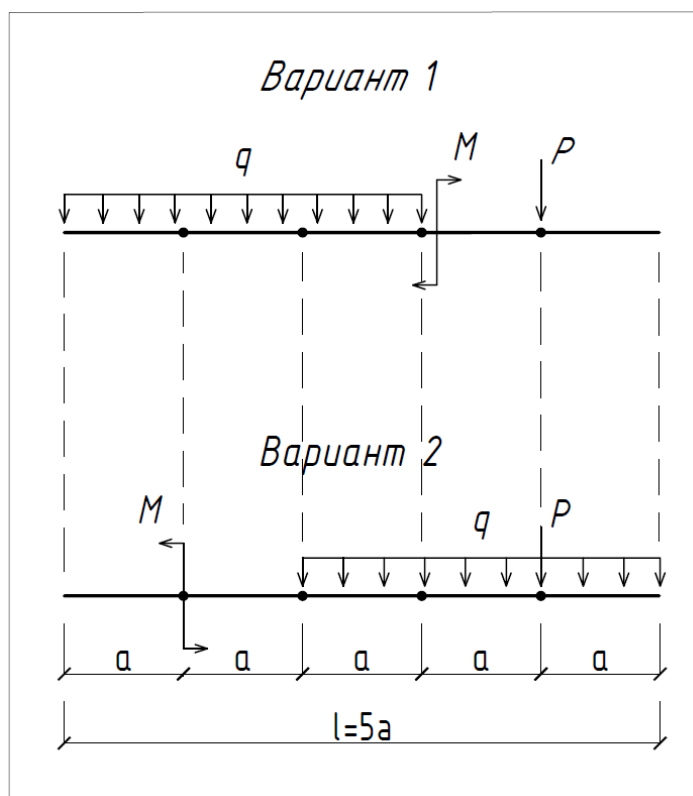


Таблица 15



Типовые вопросы к зачету:

1. Предмет курса сопротивления материалов. Виды сил: сосредоточенные, распределенные и их размерности. Виды сил, действующих на тела: внешние и внутренние. Внутренние силы, принцип Эйлера. Напряжения, нормальные и касательные, единицы измерения. Внутренние усилия. Продольное усилие, поперечное усилие, изгибающий момент. Правила знаков для внутренних усилий. Эпюры внутренних усилий. Общие правила построения эпюр.
2. Утверждения о непрерывности и разрыве эпюр внутренних усилий.
3. Дифференциальные соотношения между внутренними усилиями при изгибе.
4. Утверждение о возрастании и убывании изгибающего момента (возрастание, убывание, локальный экстремум).
5. Выпуклость эпюры изгибающего момента.
6. Кручение. Касательные напряжения при кручении. Крутящий момент.
7. Геометрические характеристики сечения. Центр тяжести сечения. Центр тяжести составного сечения.
8. Положение центра тяжести для сечения, имеющего ось симметрии
9. Момент инерции сечения относительно оси, центробежный момент. Единицы измерений. Центральные оси сечения и центральные моменты. Центральная система координат. Моменты инерции и центробежный момент прямоугольного сечения относительно центральных осей.
10. Моменты инерции сечения относительно параллельных осей. Моменты инерции сечения относительно осей параллельных систем координат.
11. Изменение координат точек сечения при повороте системы координат.
12. Свойства моментов инерции при изменении направления одной из осей и при симметричности сечения относительно оси. Центробежный момент инерции уголка.
13. Теорема о моментах инерции при повороте осей. Следствие о сумме моментов инерции при повороте осей.
14. Главные оси сечения (главная система координат сечения). Формулы для угла поворота центральных осей в главные. Экстремальные свойства главных моментов инерции.
15. Формулы для главных моментов прямоугольного сечения.
16. Напряжения при чистом растяжении-сжатии. Относительное удлинение стержня. Деформационная кривая заданного материала при растяжении-сжатии. Особенности деформационной кривой стали при растяжении-сжатии. Закон упругости для одноосного напряженного состояния (закон Гука). Модуль Юнга, единицы измерения модуля Юнга. Текучесть. Упругое поведение материала. Расчетное сопротивление материала при растяжении и сжатии. Условие прочности при растяжении и сжатии.
17. Формула для перемещений при растяжении-сжатии. Условие жесткости для стержня при растяжении-сжатии.
18. Деформация удлинения тела в заданном направлении. Соотношения Коши для деформаций удлинения.
19. Теория изгиба балки: нейтральная ось балки, гипотеза малости углов, гипотеза плоских сечений, гипотеза о напряженном состоянии внутри балки, гипотеза недеформируемости сечения. Продольные перемещения при изгибе. Продольные деформации при изгибе. Нормальные напряжения при изгибе. Изгибающий момент при изгибе. Поперечное усилие при изгибе. Связь между нормальными напряжениями и изгибающим моментом при изгибе. Эпюра нормальных напряжений в сечении балки.
20. Уравнение изгиба балки. Краевые условия для уравнения изгиба балки.
21. Условие прочности при изгибе. Расчетное сопротивление при изгибе.

22. Начальные параметры. Метод начальных параметров и его формулы: Зависимость прогибов балки от изгибающего момента: Прогибы балки от сосредоточенной пары; Прогибы балки от сосредоточенной силы; Прогибы балки от распределенной нагрузки; общая формула метода начальных параметров.
23. Условие жесткости при изгибе.

Типовые вопросы к экзамену:

1. Предмет курса сопротивления материалов. Виды сил: сосредоточенные, распределенные и их размерности. Виды сил, действующих на тела: внешние и внутренние. Внутренние силы, принцип Эйлера. Напряжения, нормальные и касательные, единицы измерения. Внутренние усилия. Продольное усилие, поперечное усилие, изгибающий момент. Правила знаков для внутренних усилий. Эпюры внутренних усилий. Общие правила построения эпюр.
2. Утверждения о непрерывности и разрыве эпюр внутренних усилий.
3. Дифференциальные соотношения между внутренними усилиями при изгибе.
4. Утверждение о возрастании и убывании изгибающего момента (возрастание, убывание, локальный экстремум).
5. Выпуклость эпюры изгибающего момента.
6. Кручение. Касательные напряжения при кручении. Крутящий момент.
7. Геометрические характеристики сечения. Центр тяжести сечения. Центр тяжести составного сечения.
8. Положение центра тяжести для сечения, имеющего ось симметрии
9. Момент инерции сечения относительно оси, центробежный момент. Единицы измерений. Центральные оси сечения и центральные моменты. Центральная система координат. Моменты инерции и центробежный момент прямоугольного сечения относительно центральных осей.
10. Моменты инерции сечения относительно параллельных осей. Моменты инерции сечения относительно осей параллельных систем координат.
11. Изменение координат точек сечения при повороте системы координат.
12. Свойства моментов инерции при изменении направления одной из осей и при симметричности сечения относительно оси. Центробежный момент инерции уголка.
13. Теорема о моментах инерции при повороте осей. Следствие о сумме моментов инерции при повороте осей.
14. Главные оси сечения (главная система координат сечения). Формулы для угла поворота центральных осей в главные. Экстремальные свойства главных моментов инерции.
15. Формулы для главных моментов прямоугольного сечения.
16. Напряжения при чистом растяжении-сжатии. Относительное удлинение стержня. Деформационная кривая заданного материала при растяжении-сжатии. Особенности деформационной кривой стали при растяжении-сжатии. Закон упругости для одноосного напряженного состояния (закон Гука). Модуль Юнга, единицы измерения модуля Юнга. Текучесть. Упругое поведение материала. Расчетное сопротивление материала при растяжении и сжатии. Условие прочности при растяжении и сжатии.
17. Формула для перемещений при растяжении-сжатии. Условие жесткости для стержня при растяжении-сжатии.
18. Деформация удлинения тела в заданном направлении. Соотношения Коши для деформаций удлинения.
19. Теория изгиба балки: нейтральная ось балки, гипотеза малости углов, гипотеза плоских сечений, гипотеза о напряженном состоянии внутри балки, гипотеза недеформируемости сечения. Продольные перемещения при изгибе. Продольные деформации при изгибе. Нормальные

напряжения при изгибе. Изгибающий момент при изгибе. Поперечное усилие при изгибе. Связь между нормальными напряжениями и изгибающим моментом при изгибе. Эпюра нормальных напряжений в сечении балки.

20. Уравнение изгиба балки. Краевые условия для уравнения изгиба балки.
21. Условие прочности при изгибе. Расчетное сопротивление при изгибе.
22. Начальные параметры. Метод начальных параметров и его формулы: Зависимость прогибов балки от изгибающего момента: Прогибы балки от сосредоточенной пары; Прогибы балки от сосредоточенной силы; Прогибы балки от распределенной нагрузки; общая формула метода начальных параметров.
23. Условие жесткости при изгибе.
24. Закон парности касательных напряжений.
25. Формула Журавского для касательных напряжений при изгибе, условия выполнимости формулы Журавского. Формула Журавского для балки прямоугольного сечения, свойства касательных напряжений для прямоугольной балки. Распределение касательных напряжений для двутавра и швеллера.
26. Условия применимости теории изгиба балки. Простой изгиб. Продольно-поперечный изгиб. Сложный изгиб. Нормальные напряжения при простом и сложном изгибе. Нулевая линия напряжений при сложном изгибе. Уравнение нулевой линии. Прогибы при сложном изгибе.
27. Внецентренное сжатие стержней. Нормальные напряжения при внецентренном сжатии. Уравнение нулевой линии при внецентренном сжатии, свойство нулевой линии. Постоянные напряжения в сечении при внецентренном сжатии. Эпюра напряжений при внецентренном сжатии.
28. Ядро сечения при внецентренном сжатии. Центр тяжести сечения и ядро сечения. Свойства точек ядра сечения и границы ядра сечения. Выпуклая оболочка сечения. Ядро прямоугольного сечения. Ядро круглого сечения (самостоятельно).
29. Потеря устойчивости стержней. Критическая сила. Дифференциальное уравнение изгиба стержня при потере устойчивости. Формула Эйлера для критической силы шарнирно-опертого стержня. Коэффициент опирания. Формула Эйлера для критической силы при разных случаях опирания. Гибкость стержня. Формула Эйлера для критических напряжений. Формула Ясинского для критических напряжений, пределы применимости, формулы для вычисления предельных значений гибкости. Стержни малой, средней и большой гибкости.
30. Расчетное сопротивление устойчивости и расчетное условие устойчивости. Коэффициент продольного изгиба, таблица значений и формула аппроксимации. Коэффициент запаса устойчивости.
31. Балка на упругом основании. Модель Винклера для упругого основания. Коэффициент постели основания и его размерность. Уравнение изгиба балки на упругом основании. Использование безразмерной переменной: уравнение изгиба балки на упругом основании, формулы для углов поворота, изгибающего момента и поперечного усилия.
32. Синус и косинус гиперболические. Функции А.Н. Крылова и их свойства. Метод начальных параметров для уравнения изгиба балки на упругом основании.
33. Короткие балки на упругом основании, метод их расчета.
34. Сдвиг. Угол сдвига. Деформация сдвига. Деформационная кривая материала при сдвиге. Закон упругости при сдвиге. Модуль упругости при сдвиге (модуль сдвига).
35. Кручение круглых стержней. Гипотеза о кручении круглых стержней. Уравнение кручения. Осевой момент инерции сечения. Формула для касательных напряжений при кручении, эпюра касательных напряжений при кручении. Условие прочности при кручении. Расчетное сопротивление сдвига. Условие жесткости при кручении.
36. Коэффициент Пуассона.