

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА»
(НГТУ)**

**Образовательно-научный институт ядерной энергетики и технической физики
им. академика Ф.М. Митенкова**

Выпускающая кафедра «Ядерные реакторы и энергетические установки»

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института
Хробостов А.Е.
«01» июня 2020 г.



**Оценочные материалы по дисциплине
«Прикладная физика»
ОП ВО**

**по специальности: 14.05.01 Ядерные реакторы и материалы
Направленность (специализация): Ядерные реакторы**

Квалификация выпускника: инженер-физик

Очная форма обучения

г. Нижний Новгород
2020 г

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Экзаменационные вопросы за 3-й семестр по дисциплине

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОПЕРЕЧНЫХ СЕЧЕНИЙ

1. Геометрические характеристики плоских сечений брусев. Необходимость их определения.
2. Вывести формулы моментов инерции простейших сечений относительно центральных осей (прямоугольник, треугольник, круг, кольцевое сечение).
3. Вывести зависимости между моментами инерции относительно параллельных осей, одна из которых центральная.
4. Вывести формулы по изменению моментов инерции при повороте осей координат. Главные оси и главные моменты инерции сечения.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ

5. Что такое прочность?
6. Что такое жесткость?
7. Идеализация материала (однородность, изотропность, упругость, сплошность среды) и ее необходимость.
8. Идеализация геометрии тела (брус, оболочка) и ее необходимость.
9. Идеализация и классификация внешних сил (объемные, поверхностные, интенсивность распределенной нагрузки, сосредоточенные силы).
10. Опорные устройства и их классификация (шарнирно-подвижная опора, шарнирно-неподвижная опора, жесткая заделка).
11. Внутренние силы. Метод сечений (рассмотреть его на примерах при сложном нагружении бруса).

ПОНЯТИЕ О НАПРЯЖЕННОМ СОСТОЯНИИ В ТОЧКЕ ТЕЛА

12. Напряжение. Понятие о напряженном состоянии. Нормальные и касательные напряжения. Тензор напряжений. Определение этих напряжений при нагружении бруса.
13. Вывод закона парности касательных напряжений по всем плоскостям выделенного элемента.
14. Доказать направление касательных напряжений в точках контура поперечного сечения.

ВНУТРЕННИЕ УСИЛИЯ В БРУСЕ

15. Какие внутренние усилия возникают в брус в общем случае нагружения и как они связаны с напряжениями.
16. Внутренние усилия при центральном растяжении и сжатии прямого бруса. Дифференциальная зависимость.
17. Внутренние усилия при кручении бруса. Дифференциальная зависимость.
18. Что такое изгиб бруса? Основные виды изгиба (поперечный, чистый, продольно-прямой, косой). Правила знаков для перерезывающей силы и изгибающего момента. Внутренние усилия при прямом поперечном изгибе бруса.
19. Вывести дифференциальные зависимости при поперечном изгибе бруса. Некоторые особенности эпюр Q_y и M_x . Зачем строятся эпюры?
20. Что такое опасное сечение и опасная точка при изгибе? Где она находится и почему?

ПОНЯТИЕ О ДЕФОРМИРОВАННОМ СОСТОЯНИИ В ТОЧКЕ ТЕЛА

21. Виды элементарных деформаций упругого тела и чем они обусловлены.
22. Линейные продольная и поперечная деформации. Коэффициент Пуассона.
23. Деформация сдвига и примеры ее получения.
24. Что такое деформированное состояние в данной точке упругого тела.
25. Допущение о малости деформаций и перемещений и к чему это приводит?
26. Принцип независимости действия сил и чем он обусловлен?
27. Зависимость между напряжениями и деформациями для упругого тела.

НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ-СЖАТИИ БРУСА

28. Вывести формулу для напряжений в поперечном сечении бруса при центральном растяжении и сжатии (геометрическое, физическое статическое и синтезирующее уравнения).
29. Где справедлива гипотеза плоских сечений? Принцип Сен-Венана.
30. Вывести формулы для перемещений при центральном растяжении-сжатии.
31. Вывести формулу для определения потенциальной энергии при центральном растяжении-сжатии.
32. Вывести формулы для напряжений в наклонных сечениях бруса при центральном растяжении-сжатии. Где действуют наибольшие нормальные и касательные напряжения и чему они равны?
33. Вывести формулы для напряжений в наклонном сечении бруса при двухосном растяжении-сжатии. Пример получения чистого сдвига.
34. Вывести закон Гука при двухосном и трехосном растяжении-сжатии.
35. Вывести формулу изменения объема при трехосном растяжении-сжатии. Установить пределы изменения коэффициента Пуассона.
36. Удельная потенциальная энергия при трехосном растяжении-сжатии.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛА

37. Машинная диаграмма при испытании образца на растяжение. Ее основные зоны. Объяснить происхождение линий сдвига (линии Чернова) на поверхности плоского образца.
38. Диаграмма условных и истинных напряжений. Основные прочностные характеристики материала.
39. Что такое условный предел текучести материала?
40. Характеристики пластичности материала.
41. Закон разгрузки и повторного нагружения. Наклеп.
42. Какие материалы (пластичные, хрупкие) проявляют большее сопротивление отрыву частиц, чем сдвигу их друг относительно друга и как они разрушаются при кручении образца. Почему?
43. Что такое предельные напряжения?
44. Дать определение предела текучести, предела пропорциональности, предела упругости, временного сопротивления. Показать их на диаграмме.
45. Что такое допускаемые напряжения?

ЧИСТЫЙ СДВИГ

46. Чистый сдвиг. Примеры его получения. Установить связь между упругими постоянными материала E , μ , G для изотропного материала.
47. Выражение удельной потенциальной энергии при сдвиге.

НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ КРУЧЕНИИ

48. Вывести формулы для определения напряжений и деформаций при кручении бруса круглого сечения (геометрическое, физическое, статическое, синтезирующее уравнения).
49. Потенциальная энергия при кручении бруса.
50. Объяснить характер разрушения бруса круглого сечения из хрупкого и пластичного материала.

51. Вывести формулу для определения касательных напряжений при свободном (чистом) кручении тонкостенного бруса замкнутого сечения.
52. Напряжения и деформации при кручении бруса прямоугольного сечения.
53. Вывести формулу для определения угла закручивания φ при свободном (чистом) кручении тонкостенного бруса замкнутого сечения.
54. Вывести формулу для определения касательных напряжений при свободном кручении тонкостенного бруса открытого профиля.

НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ ИЗГИБЕ

55. Вывести формулу для определения нормальных напряжений при чистом изгибе (геометрическое, физическое, статическое и синтезирующее уравнения).
56. Вывести формулу Журавского для определения касательных напряжений при плоском поперечном изгибе.
57. Как определяются нормальные и касательные напряжения при плоском поперечном изгибе бруса сплошного сечения?
58. Определить закон изменения касательных напряжений по высоте бруса прямоугольного сечения при поперечном изгибе.
59. Определить закон изменения касательных напряжений по высоте бруса круглого сплошного сечения при поперечном изгибе.
60. Как определяются нормальные напряжения при изгибе тонкостенных балок?
61. Вывести формулу для определения касательных напряжений при поперечном изгибе тонкостенных балок. В чем ее отличие от формулы Журавского?
62. Определить закон изменения касательных напряжений при поперечном изгибе швеллера.
63. Определить закон изменения касательных напряжений при поперечном изгибе двутавра.
64. Определить закон изменения касательных напряжений при поперечном изгибе тавра.
65. Что такое центр изгиба? Почему при изгибе тонкостенных балок возникает крутящий момент?
66. Расчет на прочность при простейших деформациях (растяжение-сжатие, кручение, поперечный изгиб). Три типа задач при расчетах на прочность.
67. Что такое исходные напряжения и как они определяются?

ПЛОСКОЕ НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

68. Пример получения плоского напряженного состояния.
69. Вывести формулы для определения нормальных и касательных напряжений в наклонных площадках, перпендикулярных свободным граням при плоском напряженном состоянии.
70. Вывести формулы для определения главных напряжений и их направления при плоском напряженном состоянии.
71. Вывести формулу для определения максимальных касательных напряжений и их направления при плоском напряженном состоянии.

ОБЪЕМНОЕ НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

72. Определение напряжений в площадке общего положения относительно координатных осей при объемном напряженном состоянии.
73. Дать определение главных площадок, главных осей и главных напряжений.
74. Вывести кубическое уравнение для определения главных напряжений при объемном напряженном состоянии.
75. Вывести формулы для определения напряжений в площадке общего положения относительно главных осей при объемном напряженном состоянии.
76. Дать определение октаэдрических напряжений и чему они равны?
77. Чему равны максимальные касательные напряжения при объемном напряженном состоянии и как она направлены по отношению к главным осям?

КРИТЕРИИ ПЛАСТИЧНОСТИ И РАЗРУШЕНИЯ

78. Для чего нужны критерии пластичности и разрушения?
79. Дать определение коэффициента запаса при объемном напряженном состоянии. Что такое равноопасные напряженные состояния?
80. Дать определение эквивалентного напряжения.
81. Гипотеза наибольших нормальных напряжений.
82. Гипотеза наибольших линейных деформаций.
83. Гипотеза наибольших касательных напряжений.
84. Гипотеза октаэдрических касательных напряжений.
85. Теория прочности Мора.

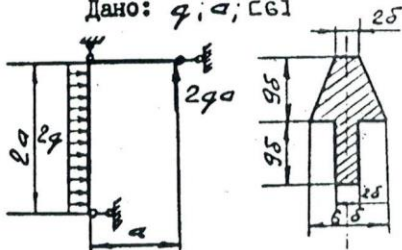
На экзамене надо решить в общем виде два типа задач:

1 тип: Для рамы по или балки заданной формы поперечного сечения подобрать из условия прочности поперечный размер δ при заданных $q, a, [\sigma]$ или допустимую нагрузку $[q]$ при заданных $\delta, a, [\sigma]$.

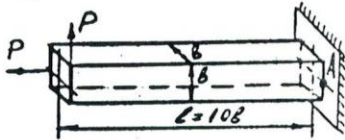
2 тип: В опасной точке (или для указанной точки А) бруса вычислить напряжения, показать напряженное состояние элемента в этой точке и составить для него условие прочности по теории прочности Мора.

Примеры экзаменационных задач за 3-й семестр по дисциплине

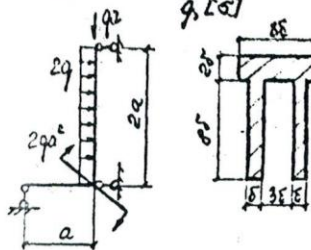
Задача 1. Для рамы заданного поперечного сечения подобрать из условия прочности размер δ .
Дано: $q, a, [\sigma]$



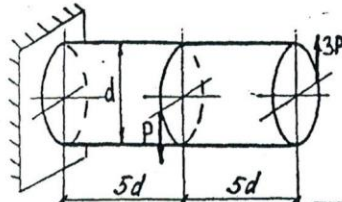
Задача 2. Для указанной точки А вычислить напряжения, показать напряженное состояние элемента в этой точке и составить для него условие прочности.



Задача 1. Для рамы заданного сечения подобрать из условия прочности размер δ . Дано: $q, [\sigma]$



Задача 2. Для опасной точки бруса вычислить напряжения, показать напряженное состояние и записать условие прочности.



Экзаменационные вопросы за 4-й семестр по дисциплине

Первый (основной) вопрос

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УПРУГИХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ. РАСЧЕТЫ НА ЖЕСТКОСТЬ

1. Вывести интеграл Мора для пространственного бруса малой кривизны.
2. С помощью интеграла Мора получить выражения для перемещений сечений бруса при центральном растяжении-сжатии, при кручении, при изгибе.
3. Вывести формулу для определения взаимных перемещений методом Мора на примере рамы по сх. 46.
4. Способ Верещагина вычисления интеграла Мора.
5. Расчет цилиндрических винтовых пружин малого шага.
6. Вывести дифференциальное уравнение определения перемещений сечений бруса при растяжении.
7. Вывести дифференциальное уравнение упругой линии бруса при изгибе. Рассмотреть его на примере получения выражения упругой линии балки, загруженной равномерно распределенной нагрузкой и имеющей различные закрепления концов.

СТАТИЧЕСКИ НЕОПРЕДЕЛИМЫЕ СИСТЕМЫ

8. Метод сил. Вывести канонические уравнения для внешне статически неопределимых систем на примере рамы по сх. 47. Дать графическое изображение коэффициентов уравнений.
9. Метод сил. Вывести канонические уравнения для внутренне статически неопределимых систем на примере рамы по сх. 46. Дать графическое изображение коэффициентов уравнений.
10. О рациональном выборе основной системы. Использование прямой симметрии на примере рамы по сх. 46.
11. О рациональном выборе основной системы. Использование обратной симметрии на примере рамы по сх. 46.

УСТОЙЧИВОСТЬ СЖАТЫХ СТЕРЖНЕЙ

12. Определение критической силы сжатых стержней в пределах упругости. Вывести формулу Эйлера.
13. Зависимость критической силы от условий закрепления стержня.
14. Пределы применимости формулы Эйлера.
15. Практический способ расчета сжатых стержней (расчет по коэффициенту φ).

ДИНАМИЧЕСКОЕ НАГРУЖЕНИЕ

16. Динамическое нагружение. Понятие о статическом и динамическом нагружении. Расчет поступательно движущихся систем.
17. Расчет равномерно вращающегося прямого бруса переменного и постоянного сечения.
18. Динамическое нагружение. Вывести формулы для расчета конструкции на горизонтальный удар.
19. Динамическое нагружение. Вывести формулы для расчета конструкции на вертикальный удар. Коэффициент динамичности.

ЯВЛЕНИЕ УСТАЛОСТИ

20. Прочность при переменных во времени напряжениях. Основные характеристики цикла. Кривая усталости и предел выносливости.
21. Зависимость предела выносливости от степени асимметрии цикла. Диаграмма предельных амплитуд и ее схематизация.
22. Основные факторы, влияющие на прочность детали при циклическом нагружении.

23. Коэффициент запаса при циклическом нагружении.

Второй (дополнительный) вопрос

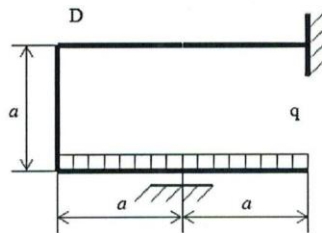
1. Что такое деформации и перемещения?
2. Условие жесткости.
3. Три типа задач на жесткость.
4. Какой принцип механики используется при выводе интеграла Мора и как он звучит?
5. Что понимается под интегралом Мора и чему он равен при силовом (при температурном) нагружении пространственной рамы?
6. Как определяются линейные и угловые перемещения сечений бруса по способу Верещагина?
7. Сколько методов определения перемещений при изгибе бруса Вы знаете? Их краткая характеристика.
8. Сколько способов вычисления интеграла Мора Вы знаете? Их краткая характеристика.
9. Что такое статически неопределимые системы? (степень стат. неопределимости, избыточные связи, необходимое число связей, внешне и внутренне стат. неопределимые системы).
10. Что такое основная и эквивалентная системы?
11. В чем отличие метода сил от метода перемещений?
12. Объяснить физический смысл канонических уравнений метода сил для внешне и внутренне стат. неопределимых систем
13. Алгоритм решения стат. неопределимых систем методом сил.
14. Как определить перемещение сечений в стат. неопределимых системах?
15. Что такое устойчивость сжатых систем? Примеры потери устойчивости.
16. Что такое критическая сила?
17. В чем состоит причина, ограничивающая пределы применимости формулы Эйлера?
18. Что такое стержни малой, средней и большой гибкости?
19. Динамическое нагружение. Движение упругой конструкции с постоянным ускорением.
20. Как рассчитать на прочность и жесткость вращающуюся раму с постоянной угловой скоростью?
21. К чему сводится расчет конструкции на прочность и жесткость при горизонтальном ударе?
22. К чему сводится расчет конструкции на прочность и жесткость при вертикальном ударе?
23. Основные характеристики цикла напряжений и пример их получения.
24. Что такое кривая усталости и как она строится?
25. Что такое предел выносливости и как его определяют?
26. Что такое диаграмма предельных амплитуд, ее назначение и физический смысл.
27. Основные факторы, влияющие на прочность детали при циклическом нагружении и чем они оцениваются.
28. Что понимается под коэффициентом запаса циклической (усталостной) прочности и чему он равен?

Типы экзаменационных задач:

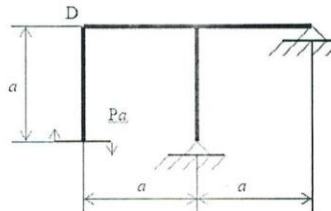
1. Подобрать диаметр (или размер стороны квадратного) сплошного сечения один раз статически неопределимой рамы, отвечающего условию прочности и условию жесткости.
2. Подобрать допустимую нагрузку, отвечающую условию прочности и условию жесткости для один раз статически неопределимой рамы, имеющей круглое (или квадратное) сплошное поперечное сечение.
3. Груз весом $P = qa$ падает с высоты h . Раскрыть статическую неопределимость рамы, выполнить деформационную проверку. Найти коэффициент динамичности. Задачу решить в общем виде.

Примеры экзаменационных задач на экзамене в 4-ом семестре по дисциплине

Подобрать размеры квадратного сечения рамы, отвечающие условию прочности ($\sigma_z^{\max} \leq [\sigma]$) и условию жесткости ($\Delta_D^{\text{exp}} \leq a/200$). При расчете принять $a=1$ м, $q=0,001$ МН/м, $[\sigma]=200$ МПа, $E=2 \cdot 10^5$ МПа. Влиянием на прочность и жесткость N_z и Q_y пренебречь.



Подобрать допустимую нагрузку, отвечающую условию прочности ($\sigma_z^{\max} \leq [\sigma]$) и условию жесткости ($\Delta_D^{\text{exp}} \leq a/200$) для рамы, имеющей круглое сплошное сечение диаметром 5 см. При расчете принять $a=1$ м, $[\sigma]=200$ МПа, $E=2 \cdot 10^5$ МПа.



Груз весом $P=qh$ падает с высоты h . Раскрыть статическую неопределимость рамы, выполнить деформационную проверку. Найти коэффициент динамичности. Задачу решить в общем виде.

Дано: q, a, h, E, I_x .

