

План

учебных занятий по курсу «Сопротивление материалов» для студентов II курса III семестра

ЛИТЕРАТУРА

1. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. – М.: Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999.
2. Лихарев К.К., Сухова Н.А. Сборник задач по курсу «Сопротивление материалов». – М.: Машиностроение, 1980.
3. Феодосьев В.И. Избранные задачи и вопросы по сопротивлению материалов. – М.: Наука, 1980.
4. Букеткин Б.В., Горбатовский А.А., Кисенко И.Д. и др. Экспериментальная механика/ Под ред. Вафина Р.К. и Нарайкина О.С. – М.: Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004.

ЛЕКЦИИ

1. Предмет «Сопротивление материалов» и его место в системе подготовки бакалавров техники и технологии. Деформируемое твердое тело, гипотезы о свойствах материалов. Основные принципы, используемые в сопротивлении материалов. Реальный объект и расчетная схема. Классификация тел по геометрическим параметрам. Силы внешние и внутренние. Метод сечений. Внутренние силовые факторы в поперечном сечении стержня. Виды нагружения стержня. Напряжения и деформации.
2. Растяжение и сжатие прямого стержня. Напряжения в поперечном сечении стержня. Продольные и поперечные деформации. Закон Гука. Напряжения в наклонных сечениях. Закон парности касательных напряжений. Связь характеристик упругости материала G , E , μ . Объемная деформация. Понятие о статическом нагружении. Потенциальная энергия упругой деформации стержня при растяжении и работа внешних сил.
3. Простейшие задачи растяжения-сжатия. Статически неопределимые задачи, их особенности: зависимость усилий в стержнях от податливости элементов конструкции, температурные и монтажные напряжения. Примеры составления условий совместности удлинений стержней.

4. Основные характеристики механических свойств материалов при растяжении и сжатии. Пластическое и хрупкое состояние материалов. Закон разгрузки и повторного нагружения. Влияние различных факторов на механические свойства. Несовершенство структуры кристаллов. Механизм упругой и пластической деформации, дислокации, полосы скольжения.

Расчет на прочность по допускаемым напряжениям. Условия прочности. Нормативные и расчетные коэффициенты запаса. Два типа расчета: поверочный и проектировочный.

5. Напряженное состояние «чистый сдвиг» на примере кручения тонкостенных цилиндрических трубок. Исследование напряженного состояния «чистый сдвиг». Удельная потенциальная энергия упругой деформации при чистом сдвиге. Механические свойства материала при чистом сдвиге.

6. Кручение прямого стержня круглого (сплошного и кольцевого) поперечного сечения. Основные гипотезы. Напряжения в поперечном сечении. Угол закручивания. Потенциальная энергия упругой деформации при кручении. Расчет на прочность и жесткость. Статически определимые и статически неопределимые задачи кручения.

Основные результаты теории кручения стержня прямоугольного поперечного сечения. Понятие о мембранной аналогии.

7. Свободное кручение тонкостенных открытых и замкнутых профилей. Определение напряжений и углов закручивания. Понятие о стесненном кручении.

8. Статические моменты площади. Центральные оси. Осевые, полярный и центробежный моменты инерции плоской фигуры. Главные оси и главные моменты инерции. Моменты инерции простейших фигур. Изменение моментов инерции при параллельном переносе и повороте осей координат. Определение положения главных центральных осей и вычисление главных центральных осевых моментов инерции. Особенности расчета геометрических характеристик тонкостенных сечений.

9. Виды изгиба стержня. Внутренние силовые факторы и дифференциальные зависимости между ними при прямом поперечном изгибе. Прямой чистый изгиб. Гипотеза плоских сечений. Вывод основных зависимостей при прямом чистом изгибе. Нормальные напряжения

при прямом чистом изгибе. Касательные напряжения при поперечном изгибе. Расчет на прочность по допускаемым напряжениям. Рациональные формы поперечных сечений балок.

10. Дифференциальное уравнение упругой линии стержня. Перемещения при изгибе. Универсальное уравнение упругой линии. Расчет на жесткость. Потенциальная энергия упругой деформации стержня при изгибе.

11. Косой изгиб и внецентренное растяжение-сжатие стержня большой жесткости. Определение напряжений и перемещений. Расчет на прочность и жесткость. Понятие о ядре сечения.

12. Потенциальная энергия деформации стержня в общем случае нагружения. Обобщенные силы и обобщенные перемещения. Принцип Лагранжа для деформируемого твердого тела. Теорема Лагранжа. Принцип и теорема Кастильяно.

13. Определение перемещений с помощью интеграла Мора. Способ Верещагина вычисления интеграла Мора.

14. Расчет винтовых цилиндрических пружин растяжения, сжатия и кручения. Определение перемещений и напряжений.

15. Статически неопределимые стержневые системы. Понятие о степени статической неопределимости. Метод сил. Основная и эквивалентная системы. Канонические уравнения метода сил. Определение коэффициентов канонических уравнений. Определение перемещений в статически неопределимых системах. Способы проверки решения.

16. Особенности расчета многоопорных балок. Использование прямой и косой симметрии при расчете статически неопределимых плоских рам.

17. Особенности расчета статически неопределимых плоско-пространственных систем. Использование прямой и косой симметрии при расчете статически неопределимых пространственных стержневых систем.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

1. Анализ внутренних силовых факторов в поперечных сечениях прямого стержня при растяжении-сжатии и кручении.
2. Анализ внутренних силовых факторов в поперечных сечениях прямого стержня при изгибе.
3. Анализ внутренних силовых факторов при изгибе плоских рам.
4. Анализ внутренних силовых факторов в плоскопространственных и пространственных рамах.
5. Простейшие задачи растяжения и сжатия стержня. Построение эпюр нормальных сил, нормальных напряжений и осевых перемещений для стержня. Расчет на прочность простейших статически определимых систем.
6. Статически неопределимые задачи растяжения и сжатия. Проверка раскрытия статической неопределимости путем составления уравнения энергетического баланса.
7. Статически неопределимые задачи растяжения и сжатия. Температурные и монтажные напряжения.
8. Статически неопределимые задачи растяжения и сжатия. Системы с зазорами.
Простейшие задачи кручения прямого стержня. Определение внутренних крутящих моментов, касательных напряжений и углов поворота сечений.
9. Статически неопределимые задачи кручения. Расчет на прочность и жесткость при кручении.
10. Статически неопределимые задачи кручения.
Геометрические характеристики плоских фигур. Определение положения центра тяжести поперечного сечения стержня.
11. Определение значений главных центральных осевых моментов инерции для поперечных сечений, имеющих две и одну оси симметрии.
12. Расчет на прочность балок при прямом изгибе. Определение максимального нормального напряжения для балок различных поперечных сечений. Определение размеров сечения, допускаемой нагрузки из условия прочности.

13. Определение перемещений при изгибе балок с помощью дифференциального уравнения упругой линии.
14. Определение напряжений и перемещений при косом изгибе стержня.
15. Определение напряжений при внецентренном продольном нагружении стержня.
Определение перемещений в балках по методу Мора-Верещагина.
16. Определение перемещений в балках по методу Мора-Верещагина.
17. Определение перемещений в плоских рамах методом Мора-Верещагина.

ДОМАШНИЕ ЗАДАНИЯ

- № 1. Анализ внутренних силовых факторов в балках и рамах (12 примеров).
Срок выдачи и выполнения: 1-5 недели.
- № 2. Растяжение и сжатие в пределах упругости (2 задачи).
Срок выдачи и выполнения: 5-9 недели.
- № 3. Расчет на прочность и жесткость при кручении (1 задача).
Срок выдачи и выполнения: 9-12 недели.
- № 4. Статически определимые задачи изгиба (2 задачи).
Срок выдачи и выполнения: 12-15 недели.

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

- Работа №1. Испытание на растяжение образцов материалов.
- Работа №2. Испытание на сжатие образцов материалов.
- Работа №3. Испытание на кручение образцов материалов.
- Работа №4. Определение упругих постоянных стали: модуля упругости 1-го рода и коэффициента Пуассона.
- Работа №5. Определение напряжений и прогибов балки при прямом изгибе.
- Работа №6. Определение напряжений и прогибов балки при косом изгибе.