

В курсе “Соппротивление материалов” рассматриваются инженерные методы расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций. Качественные и всесторонние исследования в области прочности являются предпосылками создания новых конструкций машин, аппаратов и инженерных сооружений, обеспечивает их надежность и долговечность, при одновременном улучшении весовых показателей.

“Соппротивление материалов” является одной из важных и сложных общетехнических дисциплин, изучаемых в технических учебных заведениях. При изучении дисциплины студенты должны освоить теоретическую часть курса, получить сведения о современных методах изучения механических свойств материалов (на лабораторных занятиях) и овладеть методами решения задач.

Курс «сопротивление материалов» разбит на несколько тем. Вот некоторые из них:

Тема 1. **Основные понятия**

Задачи курса “Соппротивление материалов”. Прочность, жесткость, устойчивость. Вопросы экономичности. Связь курса с общенаучными, общеинженерными и специальными дисциплинами. Классификация внешних сил: активные и реактивные, поверхностные и объемные, сосредоточенные и распределенные, статические и динамические, постоянные и переменные во времени. Перемещения и деформации (линейные и угловые). Деформации упругие и пластические (остаточные). Понятие о деформированном состоянии в точке. Гипотезы о деформируемом теле (сплошность, однородность, изотропность, линейная упругость). Принцип начальных размеров. Принцип независимости действия сил. Внутренние силы. Напряжения (полные, нормальные, касательные). Метод сечений. Понятие о напряженном состоянии в точке деформированного тела. Брус (стержень), пластина, оболочка как объекты расчета в курсе “Соппротивление материалов”. Внутренние силовые факторы в поперечном сечении стержня в общем случае действия сил, их определение и порядок построения эпюр. Классификация видов деформированного состояния стержня по внутренним силовым факторам.

Тема 2. Геометрические характеристики плоских сечений

Зависимость прочности и жесткости от геометрических характеристик сечений. Статический момент площади. Моменты инерции (осевой, полярный, центробежный). Главные оси, теорема об их существовании. Моменты сопротивления (осевой и полярный). Радиусы инерции. Зависимости между моментами инерции относительно параллельных осей. Изменение моментов инерции при повороте координатных осей. Определение направления главных осей. Главные моменты инерции. Вычисление геометрических характеристик простых фигур (прямоугольник, круг, кольцо), прокатных профилей (двутавр, швеллер, уголок и др.) и сложных сечений.

Тема 3. Растяжение-сжатие

Определение силовых факторов при действии осевых сил. Эпюра продольных сил N . Напряжения в поперечных и наклонных сечениях. Правило знаков. Максимальные нормальные и касательные напряжения, площадки их действия. Перемещения и деформации. Закон Гука. Модуль упругости материала. Жесткость стержня при растяжении (сжатии). Поперечная деформация при растяжении (сжатии). Коэффициент поперечной деформации (коэффициент Пуассона). Потенциальная энергия деформации (полная, удельная). Расчеты на прочность и жесткость. Допускаемые напряжения и перемещения. Инженерные задачи, решаемые с помощью расчетных уравнений (проверка прочности и жесткости, подбор сечения стержня, определение допускаемой нагрузки).

Статически неопределимые задачи. Степень статической неопределимости. Общий порядок решения статически неопределимых задач (статическая, геометрическая и физическая стороны задачи). Особенности статически неопределимых систем (распределение усилий в элементах системы, начальные и температурные напряжения).

Тема 4. Основы теории напряженного и деформированного состояния

Напряженное состояние в точке деформированного тела. Главные площадки и главные напряжения. Виды напряженного состояния материала (линейное, плоское, пространственное). Линейное напряженное состояние. Определение напряжений на

наклонных площадках. Плоское напряженное состояние. Определение напряжений на наклонной площадке (прямая задача). Зависимости между напряжениями на двух взаимно-перпендикулярных площадках. Закон суммы нормальных напряжений. Закон парности касательных напряжений. Графический метод определения напряжений на наклонных площадках (круг Мора). Плоское напряженное состояние. Определение главных напряжений и положения главных площадок по известным напряжениям на двух взаимно-перпендикулярных площадках (обратная задача). Пространственное напряженное состояние. Напряжения на площадках, параллельных одному из главных напряжений. Круговая диаграмма Мора. Наибольшие нормальные и касательные напряжения, площадки их действия.

Деформации при сложном напряженном состоянии. Определение главных линейных деформаций (обобщенный закон Гука). Объемная деформация. Закон Гука для объемной деформации. Удельная потенциальная энергия деформации, и ее разделение на части, соответствующие изменению объема и изменению формы.

Гипотезы разрушения и возникновения пластических деформаций (теории прочности). Необходимость и назначение гипотез прочности. Эквивалентное напряжение. Гипотеза наибольших нормальных напряжений. Гипотеза наибольших линейных деформаций. Гипотеза наибольших касательных напряжений. Гипотеза энергии формоизменения. Рекомендации по применению различных гипотез. Понятие о гипотезе Мора для материалов с различными характеристиками при растяжении и сжатии.

Тема 5. Сдвиг

Определение напряжений в плоскости сдвига. Напряженное состояние при сдвиге. Чистый сдвиг. Главные напряжения. Диаграмма Мора. Перемещения и деформации при сдвиге (абсолютный и относительный сдвиги). Неизменность объема при сдвиге. Закон Гука для сдвига. Модуль сдвига. Потенциальная энергия деформации при сдвиге. Зависимость между упругими постоянными E, G и μ для изотропного материала. Расчетное уравнение на прочность при сдвиге. Допускаемые касательные напряжения.

Практические расчеты заклепочных соединений на срез и смятие.

Тема 6. Кручение

Кручение прямого стержня круглого поперечного сечения. Основные гипотезы. Силовые факторы в поперечном сечении при кручении. Эпюра крутящих моментов. Определение напряжений в поперечном сечении скручиваемого стержня. Эпюра касательных напряжений. Напряженное состояние при кручении. Определение угла закручивания. Жесткость стержня при кручении. Потенциальная энергия деформации скручиваемого стержня. Расчетные уравнения на прочность и жесткость. Определение крутящего момента по заданной мощности, передаваемой валом, и частоте вращения вала.

Тема 7. Прямой изгиб

Нагрузки, вызывающие изгиб бруса. Опоры и опорные реакции балок. Типы статически определимых балок. Вычисление реакций опор. Силовые факторы в общем случае прямого изгиба. Поперечный и чистый изгиб. Дифференциальные зависимости между изгибающим моментом, поперечной силой и интенсивностью распределенной поперечной нагрузки. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов. Контроль правильности построения эпюр силовых факторов при изгибе.

Чистый изгиб прямого стержня постоянного сечения. Геометрия деформирования балки. Нейтральный слой балки. Нейтральная ось (линия) поперечного сечения балки. Допущения, принимаемые в теории чистого изгиба. Определение нормальных напряжений при чистом изгибе. Зависимость между изгибающим моментом и кривизной оси балки при чистом изгибе. Эпюра нормальных напряжений. Рациональные формы поперечных сечений балок.

Распространение выводов чистого изгиба на поперечный изгиб. Касательные напряжения при поперечном изгибе (формула Журавского). Эпюры касательных напряжений для балок прямоугольного и двутаврового сечений. Напряженное состояние материала балки при поперечном изгибе. Расчетные уравнения на прочность (по нормальным, касательным и главным напряжениям)

Тема 8. Определение перемещений при изгибе

Перемещения при изгибе (прогиб и угол поворота сечения). Зависимость между углом поворота и прогибом сечения балки. Аналитический метод определения перемещений. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки, его первый и второй интегралы. Определение постоянных интегрирования для балок с одним участком (из условия закрепления балок). Определение перемещений балки с несколькими участками. Метод уравнивания постоянных интегрирования. Метод начальных параметров.

Энергетический метод определения перемещений. Потенциальная энергия деформации стержня при изгибе. Теорема Кастильяно. Интеграл Мора. Формула Ве-рещагина. Теорема о взаимности работ и взаимности перемещений.

Тема 9. **Статически неопределимые системы**

Основные понятия. Степень статической неопределимости. Методы раскрытия статической неопределимости. Раскрытие статической неопределимости систем методом сил. Заданная, основная и эквивалентная системы. Канонические уравнения метода сил.

Статически неопределимые системы при кручении. Одно и многопролетные статически неопределимые балки. Уравнение трех моментов.

Тема 10. **Сложное сопротивление**

10.1. **Косой изгиб**

Нагрузки, вызывающие косой изгиб. Силовые факторы в поперечных сечениях балки. Определение нормальных напряжений в поперечных сечениях балки. Определение положения нейтральной оси и опасных точек в сечении. Расчет на прочность.

Определение прогибов.

10.2. Изгиб с растяжением или сжатием

Совместное действие продольных и поперечных нагрузок. Силовые факторы в поперечных сечениях. Определение напряжений с использованием принципа независимости действия сил. Расчет на прочность. Внецентренное сжатие или растяжение стержня большой жесткости. Силовые факторы в поперечных сечениях. Определение напряжений. Уравнение нейтральной линии. Взаимосвязь между координатами точки приложения силы и положением нейтральной линии. Расчет на прочность. Ядро сечения. Теорема о прямолинейном перемещении полюса силы (точки приложения силы) и вращении нейтральной линии. Построение ядра сечения (для прямоугольника, круга, кольца).

10.3. Изгиб с кручением.

Внешние нагрузки, вызывающие изгиб с кручением. Преобразование заданной системы сил. Силовые факторы в поперечных сечениях стержня. Определение напряжений. Напряженное состояние материала вала. Главные напряжения и расчет на прочность.

Тема 11. Устойчивость сжатых стержней (продольный изгиб)

Понятия о формах равновесия. Устойчивость сжатого стержня (продольный изгиб). Критическая сила. Формула Эйлера для определения критической силы. Влияние способа закрепления стержня на величину критической силы. Общая формула Эйлера для определения критической сжимающей силы. Критические напряжения. Гибкость стержня. Пределы применимости формулы Эйлера. Полный график критических напряжений. Формула Ясинского. Расчет сжатых стержней с учетом их гибкости. Коэффициент уменьшения основного допускаемого напряжения. Расчетное уравнение при продольном изгибе стержня. Подбор сечения стержня методом последовательного приближения.

Продольно-поперечный изгиб. Особенность задачи в связи с ее нелинейностью.
Приближенный метод расчета. Определение напряжений.