

Аннотация дисциплины С.1.1.16 Дисциплина. Сопротивление материалов. Основы теории упругости и пластичности

Дисциплина "Сопротивление материалов. Основы теории упругости и пластичности" изучается обучающимися по основной профессиональной образовательной программе "Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений" направления подготовки "08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений".

Дисциплина изучается в 3, 4, 5 семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 396/11 часов/з.ед. Самостоятельная работа заключается в выполнении работ, указанных в разделе 4.

В ходе изучения дисциплины осуществляется текущий контроль в форме технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической карты дисциплины, размещенной на электронном курсе, а также промежуточный контроль в форме балльно-рейтинговый контроль, зачет, экзамен.

Целью изучения дисциплины является формирование следующих компетенций:

1. ОПК-1 Способен решать прикладные задачи строительной отрасли, используя теорию и методы фундаментальных наук
2. ОПК-6 Способен осуществлять и организовывать разработку проектов зданий и сооружений с учетом экономических, экологических и социальных требований и требований безопасности, способен выполнять технико-экономическое обоснование проектных решений зданий и сооружений, осуществлять техническую экспертизу проектов и авторский надзор за их соблюдением

В ходе изучения дисциплины последовательно рассматриваются темы:

1. Предмет, цели и задачи курса «Сопротивление материалов». Основные понятия: прочность, жесткость, устойчивость. Расчетная схема (модель) конструкции. Геометрические модели: стержень, пластинка, оболочка, массив. Схематизация структуры и свойств материала. Упругость, пластичность и ползучесть. Классификация внешних сил. Метод сечений. Напряжение полное, нормальное и касательное. Перемещения и деформации. Деформированное состояние в точке. Основные принципы.
2. Растяжение - сжатие. Перемещения и деформации. Деформации продольные и поперечные. Коэффициент Пуассона. Напряжения в поперечных и наклонных сечениях. Закон Гука. Модуль упругости. Расчёт упругих перемещений.
3. Механические свойства материалов. Характеристики прочности и пластичности. Диаграмма растяжения. Влияние высоких и низких температур на механические свойства. Ползучесть и релаксация напряжений. Основы расчёта на прочность и жёсткость. Условия прочности по допускаемым напряжениям и по предельным нагрузкам. Оценка жёсткости.
4. Напряженное состояние чистый сдвиг. Закон Гука при сдвиге. Модуль сдвига. Кручение стержня круглого поперечного сечения. Формулы для касательных напряжений и углов закручивания. Условия прочности и жёсткости. Результаты кручения стержней некруглого сечения. Гидродинамическая и мембранная аналогии.
5. Геометрические характеристики сечений. Центр тяжести сечения. Статические, осевые, полярный и центробежные моменты инерции. Зависимость моментов инерции для параллельных осей. Изменение моментов инерции при повороте координатных осей. Главные оси и главные моменты инерции.
6. Внутренние силовые факторы при изгибе. Дифференциальные зависимости. Чистый изгиб. Формулы для нормальных напряжений. Зависимость изменения кривизны от изгибающего момента. Жёсткость при изгибе. Рациональные конструкции балок.
7. Поперечный изгиб. Касательные напряжения. Формула Журавского.
8. Линейные и угловые перемещения при изгибе. Дифференциальное уравнение

- упругой линии. Изгиб балок на упругом основании. Модели оснований.
9. Косой изгиб. Внецентренное растяжение-сжатие. Распределение напряжений в поперечном сечении. Ядро сечения.
 10. Напряжённое и деформированное состояния. Тензоры напряжений и деформаций. Главные площадки и главные напряжения. Классификация напряженных состояний. Главные оси и главные деформации. Относительное изменение объема. Обобщённый закон Гука. Потенциальная энергия деформации.
 11. Прочность при сложном напряжённом состоянии. Критерии пластичности и разрушения. Анализ прочности цилиндрического и сферического сосудов под давлением. Уравнение Лапласа.
 12. О хрупком разрушении. Основные понятия. Теоретическая прочность. Масштабный эффект. Напряжённое состояние в окрестности трещин. Коэффициент интенсивности напряжений. Критическая длина трещины. Вязкость, или трещиностойкость материала. Методы повышения трещиностойкости.
 13. Энергетические методы. Обобщённая сила и обобщённое перемещение. Работа внешних сил. Теорема взаимности работ. Свойство взаимности перемещений. Потенциальная энергия деформации пространственного стержня. Формула Кастильяно. Интегралы Максвелла-Мора. Правило Верещагина.
 14. Расчёт статически неопределимых стержневых систем методом сил. Фермы и рамы. Степень статической неопределимости. Метод сил. Основная система. Вывод канонических уравнений метода сил. Использование свойства симметрии при расчёте статически неопределимых стержневых систем. Особенности расчёта многопролётных неразрезных балок.
 15. Упругопластический изгиб балки. Разгрузка и остаточные напряжения. Предельный изгибающий момент. Пластический шарнир. Расчёт балок по предельным, или разрушающим, нагрузкам.
 16. Элементарная теория удара. Энергетический метод расчёта. Вертикальный и горизонтальный удар. Удар через промежуточную массу. Определение динамических перемещений и напряжений. Испытания на удар. Ударная вязкость.
 17. Устойчивые и неустойчивые формы равновесия. Продольный изгиб. Критическая сила. Устойчивость прямолинейной формы равновесия. Задача Эйлера. Зависимость критической силы от условий закрепления стержня. Продольно-поперечный изгиб гибкого стержня. Понятие об устойчивости колец и труб. Устойчивость плоской формы изгиба.
 18. Прочность при циклическом нагружении. Характеристики стационарного цикла. Механизм усталостного разрушения. Кривая усталости и предел выносливости. Влияние концентрации напряжений, размеров деталей и качества обработки поверхностей на предел выносливости. Коэффициенты запаса. Оценка усталостной прочности при нестационарном циклическом нагружении.
 19. Теория упругости, пластичности и ползучести. Ее задачи и методы. Теория напряжений. Основные принципы классической теории упругости. Силы и напряжения. Дифференциальные уравнения равновесия. Напряжения на наклонных площадках. Условия на поверхности. Исследование напряженного состояния в точке тела. Главные напряжения. Инварианты напряженного состояния. Тензор напряжений. Интенсивность напряжений. Наибольшие касательные напряжения.
 20. Составляющие перемещения и деформации. Зависимость между перемещениями и деформациями (уравнения Коши) в прямоугольной и цилиндрической системах координат. Объемная деформация. Условия совместимости деформаций (дифференциальные зависимости Сен-Венана). Тензор деформаций. Главные деформации, Интенсивность деформаций.
 21. Обобщенный закон Гука. Зависимость между деформациями и напряжениями для изотропного материала в прямоугольной и цилиндрической системах координат.

- Обратная форма закона Гука для изотропного материала. Закон Гука в тензорной форме. Работа упругих тел. Потенциальная энергия деформаций.
22. Основные уравнения теории упругости и способы их решения. Решение задачи теории упругости в перемещениях (уравнения Ляме). Решение задачи теории упругости в напряжениях при постоянстве объемных сил (уравнения Бельтрами–Митчелла). Теорема об единственности решения задачи теории упругости. Методы решения задачи теории упругости (прямой, обратный, полуобратный).
 23. Плоская задача теории упругости в прямоугольных координатах. Плоская деформация. Обобщенное плоское напряженное состояние. Решение плоской задачи в напряжениях (уравнение Мориса Леви). Функция напряжений Эри.
 24. Плоская задача теории упругости в полярных координатах. Основные уравнения плоской задачи теории упругости в полярных координатах. Простое радиальное напряженное состояние. Осесимметричные задачи. Решение в перемещениях. Функция напряжений для плоской задачи в полярных координатах. Решение плоской осесимметричной задачи с помощью функции напряжений.
 25. Осесимметричная задача пространственной теории упругости в цилиндрических координатах. Основные уравнения. решение задачи в перемещениях. Решение задачи в напряжениях. Функции напряжений при осесимметричной задаче. Простейшие осесимметричные задачи пространственной теории упругости. Сосредоточенная сила, действующая на упругое полупространство (задача Буссинеска, задача Черрути). Частные случаи загрузки упругого полупространства.
 26. Две задачи теории пластичности. Активная, пассивная и нейтральная деформации. Простое и сложное нагружения. Уравнения теории напряжений и теории деформации. Преобразование зависимостей между напряжениями и деформациями. Условия пластичности. Теория малых упруго–пластических деформаций. Теорема о разгрузке. Зависимости между интенсивностью напряжений и интенсивностью деформаций. Постановка задачи теории пластичности.

Основными стратегическими образовательными технологиями являются: лекционные занятия, практические занятия, практические и лабораторные занятия, процедуры самообучения.

В рамках указанных технологий применяются тактические образовательные технологии: задания, игровое проектирование, классическая лекция.