

Аннотация рабочей программы дисциплины «СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ»

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Для студентов направления подготовки 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений. Сопротивление материалов является одной из основных базовых дисциплин. Подготовка высококвалифицированных специалистов строителей возможна только при достаточно детальном изучении и глубоком усвоении студентами современных знаний о сопротивлении материалов.

Целью освоения дисциплины «Сопротивление материалов» является: обеспечение базы инженерной подготовки, теоретическая и практическая подготовка в области прикладной механики деформируемого твердого тела, развитие инженерного мышления, приобретение знаний, необходимых для изучения последующих дисциплин.

Задачами дисциплины являются: овладение теоретическими основами и практическими методами расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций и простейших конструкций при статическом и динамическом воздействии внешних нагрузок, необходимыми как при изучении дальнейших дисциплин, так и в практической деятельности дипломированных специалистов; ознакомление с современными подходами к расчету сложных систем, элементами рационального и оптимального проектирования конструкций.

2 Перечень планируемых результатов по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

В результате освоения дисциплины обучающийся готовится к видам деятельности, в соответствии с образовательным стандартом ФГОС ВО 08.05.01. **Строительство уникальных зданий и сооружений** (уровень специалиста)

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

ОПК-7 способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающие в ходе профессиональной деятельности привлечь их для решения соответствующих физико-математический аппарат

3. Содержание дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающиеся изучат теоретический и практический материал по следующим темам:

1. Введение. Определение науки сопротивления материалов и ее связь с курсом строительной механики и другими общеинженерными и специальными дисциплинами. Задачи курса сопротивления материалов.

Краткий исторический очерк развития науки сопротивления материалов. Внешние нагрузки и их классификация: поверхностные, объемные и

сосредоточенные, активные и реактивные, постоянные и временные, статические и динамические. Основные объекты, изучаемые в курсе сопротивления материалов: брус (стержень), пластина, оболочка, массивное тело и их теоретическое определение. Основные свойства твердого деформируемого тела: упругость, пластичность и ползучесть. Деформации и перемещения. Деформации линейные и угловые. Внутренние силы и метод их изучения (метод сечений). Напряжение полное, нормальное и касательное. Внутренние силы в поперечном сечении бруса. Продольные и поперечные силы, крутящие и изгибающие моменты. Виды простейших деформаций бруса: растяжение-сжатие, сдвиг или срез, кручение и изгиб. Понятие о расчетной схеме бруса. Принцип Сен-Венана. Принцип независимости действия внешних сил.

2. Центральное растяжение или сжатие. Продольные силы. Дифференциальные зависимости между продольными силами и нагрузкой. Эпюры продольных сил. Напряжения в поперечных сечениях бруса. Основные допущения. Эпюра напряжений. Продольные и поперечные деформации бруса. Деформации и напряжения, их диалектическая взаимосвязь. Закон Гука при растяжении и сжатии. Модуль упругости E и коэффициент Пуассона. Удлинение (укорочение) прямого бруса постоянного и переменного сечения. Жесткость при растяжении и сжатии. Перемещения поперечных сечений бруса. Эпюры перемещений. Потенциальная энергия деформации при растяжении и сжатии. Полная и удельная работа, затрачиваемая на деформирование материала.

3. Испытание материалов на растяжение, сжатие. Диаграмма испытания. Диаграмма условных напряжений. Основные механические свойства материалов и их определение. Понятие о механизме образования деформаций. Концентрации напряжений. Влияние различных факторов на механические свойства материалов.

4. Растяжение – сжатие. Основные понятия о прочности, надежности и долговечности конструкции. Различные взгляды на пределы нагружения. Методы расчета по допускаемым напряжениям, допускаемым нагрузкам и предельным состояниям. Коэффициенты запаса по напряжениям и нагрузкам. Техно-экономические факторы, влияющие на величину коэффициента запаса. Основные виды задач в сопротивлении материалов: определение напряжений, подбор сечения, определение допускаемой нагрузки по разным методам.

5. Растяжение – сжатие. Учет собственного веса при растяжении-сжатии. Понятие о брус равного сопротивления. Статически неопределимые задачи при растяжении и сжатии, расчеты на нагрузку, температуру и принудительные натяги. Предельные нагрузки статически неопределимых систем. Общие свойства статически неопределимых и определимых систем как абстрактное отражение реальных свойств сооружений.

6. Напряжения и деформации при сдвиге. Закон Гука при сдвиге. Модуль сдвига G . Зависимость между E , G и μ для изотропного тела. Неизменность объема при сдвиге. Потенциальная энергия при сдвиге. Понятие о расчете на прочность заклепочных и сварных соединений. Врубки.

7. Понятие о линейном плоском и объемном напряженном состоянии в точке. Общий случай плоского напряженного состояния. Закон парности касательных напряжений. Напряжения на наклонной площадке. Главные площадки и главные напряжения. Площадки с наибольшими касательными напряжениями. Величина наибольших касательных напряжений. Закон Гука при плоском напряженном состоянии. Круг Мора для напряжений и определение по нему величины и направления напряжений на любых площадках. Понятие о деформациях в точке. Аналогия формул деформаций и напряжений при плоском напряженном состоянии. Понятие о главных площадках и главных напряжениях в трехмерном теле. Экстремальные значения касательных напряжений. Компоненты деформации. Объемная деформация. Закон Гука при пространственном напряженном состоянии. Удельная потенциальная энергия. Энергия изменения объема и энергия изменения формы.

8. Назначение гипотез прочности и пластичности. Понятие об эквивалентном напряжении. Хрупкое и вязкое разрушение в зависимости от вида напряженного состояния. Современная трактовка развития трещин и наступления пластических деформаций. Гипотезы прочности при хрупком состоянии материала. Гипотеза наибольших нормальных напряжений. Гипотеза наибольших деформаций (удлинений).

Гипотеза разрушения О. Мора для материалов с различными пределами прочности при растяжении и сжатии. Гипотезы пластичности при пластичном состоянии материала. Гипотезы наибольших касательных напряжений. Гипотеза энергии формоизменения и различные ее трактовки. Общие сведения о новых гипотезах прочности и пластичности.

9. Осевой, полярный и центробежный моменты инерции. Осевые моменты инерции для прямоугольника, треугольника и круга. Зависимость между моментами инерции для параллельных осей. Изменение осевых и центробежного моментов инерции при повороте координатных осей.

10. Виды осей. Главные оси инерции. Главные моменты инерции. Круг Мора. Понятие об эллипсе инерции

11. Кручение. Внешние силы, вызывающие кручение прямого бруса. Эпюры крутящих моментов. Кручение прямого бруса круглого поперечного сечения. Основные допущения. Напряжения в поперечных сечениях бруса. Угол закручивания. Жесткость при кручении. Главные напряжения и главные площадки. Виды разрушений при кручении бруса круглого поперечного сечения из разных материалов. Три вида задач при кручении: определение напряжений или углов закручивания, подбор сечений и вычисление допускаемого крутящего момента по прочности и жесткости. Расчет сплошных и полых валов на прочность и жесткость по мощности и числу оборотов вала. Потенциальная энергия деформации при кручении. Распределение напряжений при кручении стержней с прямоугольным сечением.

12. Изгиб прямого бруса в главной плоскости. Внешние силы, вызывающие изгиб. Виды нагрузок. Опоры и опорные реакции. Внутренние силы и поперечных

сечениях бруса при изгибе: изгибающие моменты и поперечные силы. Чистый и поперечный изгиб. Дифференциальные зависимости между изгибающим моментом, поперечной силой и интенсивностью распределенных нагрузок. Эпюры изгибающих моментов и поперечных сил в балках, ломаных кривых стержнях и рамах. Нормальные напряжения при чистом изгибе. Основные допущения.

13. Зависимость между изгибающим моментом и кривизной оси изогнутого бруса. Жесткость при изгибе. Формула нормальных напряжений. Распространение выводов чистого изгиба на поперечный изгиб. Касательные напряжения при изгибе брусьев сплошных сечений (формула Журавского). Касательные напряжения в стенке и полках двутавров и швеллеров. Понятие о центре изгиба.

14. Главные напряжения при изгибе. Траектории главных напряжений. Расчет на прочность при изгибе по предельным состояниям. Три вида задач. Рациональное сечение балок. Потенциальная энергия деформации при изгибе. Изгиб бруса переменного сечения. Понятие о расчете составных (сварных и клепаных) балок. Изгиб балок из разнородных материалов.

15. Определение перемещений при изгибе. Дифференциальное уравнение оси изогнутого бруса. Точное и приближенное уравнение кривизны. Непосредственное интегрирование дифференциального уравнения. Граничные условия. Метод начальных параметров.

16. Общие теоремы об упругих системах. Определение перемещений и углов поворота в балках при помощи общей формулы Мора. Правило Верещагина.

17. Статически неопределимые балки и рамы. Лишние неизвестные. Степень статической неопределимости. Уравнение перемещений для определения лишних неизвестных. Канонические уравнения метода сил. Уравнение трех моментов. Основы расчёта статически неопределимых балок по несущей способности.

18. Изгиб балок, материал которых не следует закону Гука. Учёт нелинейности диаграммы. Учёт разницы в диаграммах при растяжении и сжатии. Учёт изменения модуля Юнга при возрастании напряжений. Особенности расчёта в случае, когда материал следует закону Гука, но модули упругости при растяжении и сжатии различны.

19. Понятие о балках на упругом основании. Типы упругих оснований и их свойства. Условия контакта подошвы балки и упругого основания. Дифференциальное уравнение оси изогнутой балки на винклеровском упругом основании и его интегрирование. Граничные условия. Метод начальных параметров. Случай бесконечно длинной балки при действии одной силы.

20. Случай бесконечно длинной балки при действии системы сил. Случай короткой упругой балки на упругом основании.

21. Случай абсолютно жёсткой балки на упругом основании.
22. Сложные сопротивления. Общий случай действия внешних сил на брус. Внешние условия и их эпюры в плоских и пространственных ломаных брусках. Характерные случаи сложного сопротивления прямого бруса: косоугольный изгиб, внецентренное действие продольной силы, изгиб и кручение.
23. Расчет цилиндрических пружин с малым шагом. Изгиб и кручение бруса круглого сечения. Нормальные напряжения при косоугольном изгибе. Эпюра нормальных напряжений. Силовая и нулевая линии. Наибольшие напряжения. Подбор сечений при косоугольном изгибе. Определение прогибов.
24. Нормальные напряжения при внецентренном действии продольной силы. Эпюра нормальных напряжений. Силовая и нулевая линии. Ядро сечения
25. Понятие о тонкостенных стержнях закрытого и открытого профиля. Особенности стержней с закрытым профилем при работе на местные поперечные нагрузки. Гипотеза Бредта в расчёте на кручение.
26. Секториальные характеристики сечения. Выбор полюса. Начало отсчета секториальных площадей.
27. Особенности стержней с открытым профилем (малая жесткость при кручении). Деформация поперечных сечений. Свободное и стесненное кручение. Основные предпосылки. Нормальные напряжения в сечении. Бимомент. Формула нормальных напряжений. Центр изгиба. Касательные напряжения в поперечном сечении и их определение.
28. Дифференциальное уравнение углов закручивания тонкостенного стержня и его интегрирование. Граничные условия. Метод начальных параметров. Внецентренное действие продольной силы. Аналогия с изгибом. Общий случай действия нагрузок на тонкостенный стержень.
29. Понятие о кривом брусе большой и малой кривизны. Эпюры внутренних усилий. Нормальные напряжения в поперечном сечении при чистом изгибе в главной плоскости. Эпюры нормальных напряжений. Определение положения нулевой линии для некоторых видов поперечных сечений бруса. Нормальные напряжения от продольной силы.
30. Понятие об устойчивых и неустойчивых формах равновесия. Критические нагрузки. Устойчивость сжатых стержней в упругой стадии. Формула Эйлера для стержня с шарнирными опорами по концам (основной случай). Учет других видов закреплений. Понятие о гибкости и приведенной длине стержня, формула Эйлера. Предел применимости формулы Эйлера.
31. Потеря устойчивости при напряжениях за пределом пропорциональности материала, формула Ясинского. График критических напряжений в зависимости от гибкости стержня. Практический метод расчета сжатых стержней на продольный изгиб.

32. Понятие о продольно-поперечном изгибе. Расчет по деформированному состоянию. Дифференциальное уравнение продольно-поперечного изгиба. Продольно-поперечный изгиб при наличии поперечной нагрузки. Приближенный метод. Расчет на прочность при продольно-поперечном изгибе.

33. Понятие о динамической нагрузке и динамическом коэффициенте. Подъем и опускание груза с ускорением. Использование принципа Даламбера. Удар об упругую систему с одной степенью свободы. Расчет по балансу энергии. Продольный и поперечный удар по брусу. Приближенный учет массы бруса при ударе. Внезапное положение нагрузки.

34. Классификация механических колебаний. Свободные колебания систем с одной степенью свободы. Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы при гармоническом возбуждении. Поперечные колебания призматических стержней. Резонанс. Характеристика циклов переменных напряжений. «Усталость» материалов. Виды усталости излома. Сопротивление при переменных напряжениях. Кривая Велера и предел выносливости.

35. Причины усталостных разрушений. Влияние на величину предела выносливости различных факторов (концентрация напряжений и др.). Эффективный коэффициент концентрации. Диаграммы предельных напряжений. Выносливость при совместном изгибе и кручении. Расчет на выносливость.

36. Безмоментная теория оболочек. Уравнение Лапласа. Расчет тонкостенных сосудов. Краевой эффект.

4. Трудоемкость дисциплины и форма промежуточной аттестации

Объем дисциплины 216 часов, 6 зачетных единиц. Дисциплина изучается на 2 курсе, в 3 и 4 семестрах. По итогам изучаемого курса студенты сдают зачет в 3 семестре и экзамен в 4 семестре