

ПРОГРАММА КУРСА

«Сопrotивление материалов» для студентов Института электротехники и электрофикации
на 3 семестр 2021/2022 уч. года

Теоретические вопросы

1. Общие положения о свойствах материалов. Классификация внешних сил. Внутренние силы в стержне. Метод сечений. Вектор напряжений. Основные виды деформаций стержней.
2. Растяжение - сжатие призматического стержня. Закон Гука при одноосном растяжении. Определение напряжений и деформаций при растяжении (сжатии). Коэффициент Пуассона.
3. Опытное изучение механических свойств материалов при растяжении и сжатии. Основные механические характеристики материала. Пластичные и хрупкие материалы.
4. Вопросы прочности и надежности в механике деформируемого твердого тела. Расчет на прочность по допускаемым напряжениям. Коэффициенты запаса. Три вида расчетов на прочность и жесткость: определение допускаемых внешних нагрузок, размеров сечений (проектный расчет), проверка прочности или жесткости.
5. Принцип Сен-Венана. Понятие о концентрации напряжений. Геометрические характеристики плоских сечений. Вычисление моментов инерций простейших и составных сечений.
6. Расчет статически неопределимых стержневых систем при растяжении (сжатии). Пример: три стержня, сходящиеся в одной точке.
7. Определение температурных усилий в статически неопределимых стержневых системах. Пример: определение напряжений в жестко защемленном стержне при его нагреве.
8. Монтажные усилия и напряжения, возникающие в статически неопределимых системах после их сборки. Пример: определение напряжений после сборки трех стержней, сходящихся в одном узле.
9. Кручение стержней кругового поперечного сечения. Закон Гука при сдвиге. Угол сдвига и угол поворота стержня кругового сечения при его кручении.
10. Формула для касательных напряжений при кручении стержня кругового поперечного сечения. Условие прочности. Расчеты на жесткость при кручении.
11. Расчет цилиндрических витых пружин растяжения - сжатия. Формула для касательных напряжений. Условие прочности.
12. Потенциальная энергия упругой деформации при кручении стержней. Формула для осадки пружины.
13. Классификация видов изгиба. Дифференциальные зависимости между внутренними силовыми факторами при прямом поперечном изгибе. Примеры.
14. Деформации стержня при чистом изгибе балки. Формула для нормальных напряжений при чистом изгибе. Условие прочности.
15. Расчеты на прочность при прямом изгибе. Рациональные формы поперечных сечений для пластичных и хрупких материалов.
16. Перемещения при изгибе. Потенциальная энергия упругой деформации при изгибе. Интеграл Максвелла-Мора для определения перемещений. Формула Симпсона. Пример определения перемещений в консольной балке от сил собственного веса.
17. Сложные виды деформаций стержней. Условия применения принципа суперпозиции. Косой изгиб. Нормальные напряжения при косом изгибе. Нейтральная линия при косом изгибе.
18. Сочетание изгиба с растяжением. Внецентренное растяжение-сжатие стержня.
19. Напряженное состояние в точке. Тензор напряжений. Виды напряженного состояния: линейное, плоское и объемное.
20. Тензор деформаций. Обобщенный закон Гука. Потенциальная энергия упругой деформации для объемного напряженного состояния.
21. Гипотезы прочности. Эквивалентное напряжение. Критерии текучести.
22. Сочетание изгиба с кручением стержня круглого сечения. Вычисление эквивалентных напряжений и эквивалентного момента по теории прочности (критерии прочности Сен-Венана, Мизеса).
23. Устойчивость сжатых стержней. Формула Эйлера для разных случаев опорных закреплений. Граница применимости формулы Эйлера.
24. Расчет стержней на устойчивость при напряжениях, превышающих предел пропорциональности. Формула Ф.С. Ясинского. Полная диаграмма зависимости критических напряжений от гибкости стержня.

25. Расчеты на устойчивость по коэффициенту продольного изгиба. Понятие о равноустойчивости и рациональных формах поперечных сечений сжатых стержней.

26. Переменные напряжения. Понятие об усталостном разрушении. Типы циклов и их параметры. Экспериментальное исследование усталости. Предел выносливости.

27. Факторы, влияющие на величину предела выносливости при симметричном цикле.

28. Диаграмма предельных напряжений. Коэффициент запаса прочности по выносливости.

29. Расчеты на выносливость при плоском напряженном состоянии. Формула Гафа-Полларда. Проектный расчет валов редукторов.

Прикладные вопросы курса «Сопротивление материалов»

1. Записать условия прочности для стержня кольцевого сечения: при растяжении; при кручении; при внецентренном сжатии; при прямом изгибе.
2. Записать условия жесткости для стержня прямоугольного поперечного сечения, жестко защемленного с одного края при его растяжении, изгибе.
3. Как вычислить изменения размеров стержня длиной L прямоугольного поперечного сечения (b , h) при его растяжении?
4. Как изменится продольная деформация и прочность сжатого стержня кругового сечения, если в нем просверлить центральное отверстие по всей длине $d_0 = 0,8 d$?
5. Как изменится прочность и жесткость стержня кругового сечения при его кручении, если в нем просверлить центральное отверстие $d_0 = 0,8 d$?
6. Как определить моменты инерции сложной фигуры, если её можно разбить на простейшие фигуры, моменты инерции которых легко определить по формулам или таблицам? Пример.
7. Чем отличается чистый изгиб от поперечного, прямой от косоугого? Примеры нагружения.
8. Привести рациональные формы поперечных сечений при изгибе балок из пластичного материала и из хрупкого материала и обосновать варианты. Записать для них условия прочности.
9. Где находится опасное сечение и опасная точка в консольной балке, испытывающей изгиб от силы собственного веса?
10. Как определить максимальный прогиб и максимальные напряжения в балке, опертой по краям от сил собственного веса?
11. При изгибе в какой из главных центральных плоскостей инерции балки двутаврового сечения ее прочность будет больше и во сколько раз?
12. При изгибе в какой из главных центральных плоскостей инерции балка с поперечным сечением швеллера будет иметь больший прогиб и во сколько раз?
13. Как определить силу, действующую на балку, если известен прогиб балки в точке приложения силы?
14. Как определить напряжения в опасных точках при косом изгибе балки прямоугольного сечения? Пример.
15. Как определить напряжения в опасных точках при совместном кручении и изгибе балки кругового сечения?
16. Записать условие прочности для стержня квадратного поперечного сечения, растянутого центральной силой и при внецентренном приложении сил в сечении стержня.
17. Что означает потеря устойчивости сжатого стержня?
18. Что такое критическая сила сжатого стержня, как ее вычислить?
19. Что такое гибкость стержня и предельная гибкость? От чего они зависят?
20. Как влияют жесткость поперечного сечения, длина стержня и условия его закрепления на критическую силу?
21. Как изменится критическая сила сжатого стержня кругового сечения d , если в нем просверлить отверстие $d_0 = 0,8 d$?
22. Сравнить гибкость стержня — консольного, жестко-защемленного с двух сторон, шарнирно-опертого по краям.
23. Как отличается критическая сила для шарнирно-опертого и жестко защемленного стержней?
24. Как изменится величина критической эйлеровой силы если: а) все размеры поперечного сечения увеличить в n раз; б) длину стержня увеличить в m раз?
25. Какой цикл нагружения является более опасным с точки зрения усталостной прочности? Как определяются параметры цикла: среднее напряжение, амплитудное напряжение, коэффициент асимметрии?
26. Дать определение предела выносливости материала. От каких характеристик цикла нагружения он зависит?
27. Понятие об усталостном разрушении материала. Какие факторы влияют на усталостную прочность материала? Какие мероприятия позволяют уменьшить влияние этих факторов?
28. Как проводится расчет на выносливость при одновременном действии нормальных и касательных напряжений?