МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»
(ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной и инновационной деятельности

_____ А.Л. Кузнецов
30.09.2019 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

по специальной дисциплине, соответствующей направленности программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

Направленность подготовки:
Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры

г. Ижевск - 2019

1 Содержание программы

ДИНАМИЧЕСКАЯ НАГРУЗКА

Напряжения в поперечных и наклонных сечениях прямого стержня. Одноосное (линейное) напряженное состояние, максимальные касательные напряжения при одноосном напряженном состоянии. Деформированное состояние при растяжении или сжатии. Коэффициент поперечной деформации (коэффициент Пуассона). Закон Гука при одноосном напряженном состоянии. Модуль упругости. Определение осевых перемещений поперечных сечений. Жесткость при растяжении и сжатии. Изменение объема при растяжении и сжатии. Потенциальная энергия деформации. Построение эпюр нормальных сил, нормальных напряжений в поперечных сечениях и осевых перемещений в различных случаях нагружения стержня осевыми силами (сосредоточенными и распределенными).

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ И СЖАТИИ

Диаграмма растяжения. Ее характерные параметры: предел пропорциональности, предел упругости, предел текучести, предел прочности (временное сопротивление). Истинная диаграмма растяжения. Несовершенства структуры кристаллов. Механизм пластической деформации. Закон разгрузки и повторного нагружения. Эффект Баушингера. Механические свойства материалов при сжатии. Диаграмма сжатия. Пластическое и хрупкое состояния материалов, типы разрушений. Влияние температуры и скорости нагружения на механические характеристики материалов. Механические характеристики современных композиционных материалов.
Ползучесть. Кривые ползучести. Релаксация напряжений. Длительная прочность. Предел длительной прочности. Основные представления о прочности при напряжениях, циклически изменяющихся во времени. Понятие о концентрации напряжений. Влияние концентрации напряжений на прочность при постоянных и циклически изменяющихся во времени напряжениях.

РАСЧЕТЫ НА ПРОЧНОСТЬ И ЖЕСТКОСТЬ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ И СЖАТИИ

Предельное состояние. Критерии предельного состояния в зависимости от свойств материала, условий работы и назначения конструкции. Расчет по допускаемым напряжениям и допускаемым нагрузкам. Основные понятия о надежности и долговечности конструкции. Коэффициент запаса. Технико-экономические факторы, влияющие на коэффициент запаса. Типы задач при расчете на прочность: проверка на прочность, подбор сечений и определение допускаемой нагрузки. Принцип равнопрочности при проектировании конструкций. Расчеты на жесткость. Определение перемещений, характеризующих изменение геометрических размеров простейших конструкций. Статически неопределимые системы.

КРУЧЕНИЕ ПРЯМОГО СТЕРЖНЯ

Исследование чистого на примере кручения тонкостенных круглых трубок. Напряжения в поперечных сечениях и в сечениях, проходящих через ось трубки. Закон парности касательных напряжений. Напряжения в сечениях, наклонных к оси трубки. Главные напряжения при чистом сдвиге. Закон Гука для сдвига. Модуль сдвига. Зависимость между тремя упругими постоянными для сдвига. Неизменность объема при сдвиге. Удельная потенциальная энергия деформации при сдвиге. Механические свойства материалов при чистом сдвиге. Диаграмма сдвига. Кручение прямого стержня круглого поперечного сечения. Напряжения в поперечном сечении. Полярный момент инерции. Угол закручивания. Жесткость при кручении. Потенциальная энергия деформации

круглого стержня при кручении. Расчет сплошного и концентрического стержня на прочность и жесткость. Эпюры крутящих моментов, напряжений и углов закручивания. Статически неопределимые задачи кручения. Основные результаты теории кручения стержня некруглого сечения.

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОПЕРЕЧНЫХ СЕЧЕНИЙ СТЕРЖНЯ

Статические моменты площади. Осевые, полярные и центробежные моменты инерции площади. Радиусы инерции в зависимости от угла поворота координатных осей. Изменение осевых моментов инерции в зависимости от угла поворота координатных осей. Главные оси инерции. Главные моменты инерции. Определение положения главных осей и вычисление главных моментов инерции различных сечений. Внешние силы, вызывающие изгиб. Опоры и опорные реакции. Определение внутренних силовых факторов в поперечных сечениях балок при изгибе (поперечная сила и изгибающий моментЭпюры поперечных сил и изгибающих моментов. Чистый и поперечный изгиб в одной из главных плоскостей стержня. Зависимость между изгибающим моментом и кривизной оси изогнутого стержня. Жесткость при изгибе. Нормальные напряжения при чистом изгибе. Распространение выводов чистого изгиба на поперечный изгиб. Касательные напряжения при поперечном изгибе стержней. Центр изгиба. Главные напряжения при изгибе. Расчеты на прочность при изгибе. Потенциальная энергия деформации при изгибе. Понятие о расчете составных балок. Дифференциальное уравнение изогнутой оси прямого стержня и его интегрирование. Метод начальных параметров. Косой изгиб. Определение напряжений, нахождение положения нейтральной оси и опасных точек в сечении. Определение прогибов. Расчет на прочность стержней большой жесткости при совместном изгибе и растяжении или сжатии. Определение положения нейтральной линии и напряжений. Внецентренное растяжение или сжатие стержней большой жесткости.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ И НАПРЯЖЕНИЙ

Классификация экспериментальных методов. Механические тензометры. Понятие о базе и показаниях, даваемых прибором. Тензорезисторы, аппаратура. Понятие о тензочувствительности. Сведения о малобазных тензорезисторах. Понятие об автоматизации процессов измерения и обработке результатов при статических испытаниях.

Поляризационно - оптический метод исследования напряжений. Физические основы метода. Схема прибора. Тарировка материала модели. Определение напряжений в произвольном сечении модели. Подобие натуры и модели. Понятие о решении объемных задач (метод «замораживания» и метод вклеек).

Краткие сведения о других экспериментальных методах (метод сеток, метод хрупких лаковых покрытий, метод муаровых полос, рентгеновский метод, применение лазерной техники).

РАСЧЕТ ТОЛСТОСТЕННЫХ ЦИЛИНДРОВ

Определение напряжений и радиальных перемещений в толстостенных цилиндрах, нагруженных внутренним и наружным давлениями. Напряжения при посадке двух цилиндров с натягом. Определение контактного давления.

ПРОЧНОСТЬ ПРИ НАПРЯЖЕНИЯХ, ЦИКЛИЧЕСКИ ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ ВО ВРЕМЕНИ

Современные представления о прочности материалов при напряжениях, циклически изменяющихся во времени. Механизм усталостного разрушения. Кривые

усталости и предел выносливости, вероятность разрушения в зависимости от перехода к предельным состояниям по уровню напряженности или по числу циклов. Влияние на выносливость качества поверхности, наклепа и окружающей среды. Концентрация напряжений и абсолютные размеры как факторы, влияющие на выносливость. Эффективные коэффициенты концентрации при напряжениях переменных во времени. Характеристики циклов переменных напряжений. Выносливость при совместном переменных и влияние кручении. Коэффициент запаса прочности при Накопление усталостного повреждения напряжениях. нестационарного нагружения на сопротивление усталости. Закон линейного суммирования повреждений.

2 Примерный перечень вопросов для подготовки к вступительному испытанию

1. Напряженно - деформированное состояние при растяжении или сжатии.
2. Закон Гука при одноосном напряженном состоянии. Модуль упругости. Коэффициент поперечной деформации (коэффициент Пуассона).
3. Определение осевых перемещений поперечных сечений.
4. Жесткость при растяжении и сжатии.
5. Потенциальная энергия деформации.
6. Диаграмма растяжения. Ее характерные параметры: предел пропорциональности, предел упругости, предел текучести, предел прочности (временное сопротивление). Истинная диаграмма растяжения.
7. Механические свойства материалов при сжатии. Диаграмма сжатия.
8. Основные представления о прочности при напряжениях, циклически изменяющихся во времени. Понятие о концентрации напряжений. Влияние концентрации напряжений на прочность при постоянных и циклически изменяющихся во времени напряжениях.
9. Предельное состояние. Критерии предельного состояния в зависимости от свойств материала, условий работы и назначения конструкции. Расчет по допускаемым напряжениям и допускаемым нагрузкам.
10. Основные понятия о надежности и долговечности конструкции.
11. Принцип равнопрочности при проектировании конструкций.
12. Расчеты на жесткость. Определение перемещений, характеризующих изменение геометрических размеров простейших конструкций.
13. Главные напряжения при чистом сдвиге. Закон Гука для сдвига. Модуль сдвига.
14. Механические свойства материалов при чистом сдвиге. Диаграмма сдвига.
15. Кручение прямого стержня круглого поперечного сечения. Напряжения в поперечном сечении. Полярный момент инерции. Угол закручивания. Жесткость при кручении.
16. Статически неопределимые задачи кручения.
17. Статические моменты площади. Осевые, полярные и центробежные моменты инерции площади. Радиусы инерции в зависимости от угла поворота координатных осей.
18. Изменение осевых моментов инерции в зависимости от угла поворота координатных осей. Главные оси инерции. Главные моменты инерции.
19. Опоры и опорные реакции. Определение внутренних силовых факторов в поперечных сечениях балок при изгибе (поперечная сила и изгибающий момент).
20. Понятие о расчете составных балок.
21. Дифференциальное уравнение изогнутой оси прямого стержня и его интегрирование. Метод начальных параметров. Определение прогибов.
22. Классификация экспериментальных методов. Механические тензометры. Понятие о базе и показаниях, даваемых прибором. Тензорезисторы, аппаратура. Понятие о

тензочувствительности.

23. Поляризационно - оптический метод исследования напряжений. Физические основы метода.
24. Определение напряжений и радиальных перемещений в толстостенных цилиндрах, нагруженных внутренним и наружным давлениями.
25. Напряжения при посадке двух цилиндров с натягом. Определение контактного давления.

3 Список рекомендуемой литературы

3.1 Основная литература

1. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. М., 1999.
2. Костюк А.Г. Динамика и прочность турбомашин – Изд. 3-е, перераб. И доп. – М.: Издательский дом МЭИ, 2009. – 476 с.
3. Яцун С.Ф. Кинематика, динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры / С.Ф. Яцун, В.Я. Мищенко, Е.Н. Политов. – М.: Инфра-М, 2012. – 208 с.
4. Дарков А.В., Шпиро Г.С. Сопротивление материалов. М., 2005.

3.2 Дополнительная литература

5. Работнов Ю.Н. Механика деформируемого твердого тела. М., 1979.
6. Серенсен С.В., Шнейдерович Р.М., Когаев В.П. Несущая способность и расчеты деталей машин на прочность. М., 1975.
7. Феодосьев В.И. Десять лекций-бесед по сопротивлению материалов. М., 1975.
8. Феодосьев В.И. Избранные задачи и вопросы по сопротивлению материалов. М., 1973.
9. Добровольский В.И., Добровольский С.В. Расчеты на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций. ИжГТУ, 2004.
10. Добровольский В.И., Добровольский С.В. Механические испытания материалов. ИжГТУ, 2008.
11. Добровольский В.И., Добровольский С.В. Оценка прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкций. ИжГТУ, 2008.
12. Лихарев К.К., Сухова Н.А. Сборник задач по курсу «Сопротивление материалов». М., 1990.

Программа разработана ведущей кафедрой «Мехатронные системы». Руководитель направленности: д.т.н., профессор А.В. Щенятский