

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова»  
Автодорожный факультет  
Кафедра «Эксплуатация автомобильного транспорта и автосервис»

Программа вступительного экзамена в аспирантуру

Направление подготовки

01.06.01 Математика и механика

Профиль «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры»

Якутск 2014

## **1. Введение в динамику и прочность.**

Основные понятия динамики и понятие о деформации, внешних и внутренних силах. Сплошная среда. Однородная среда. Кинематическое описание сплошной среды. Статически эквивалентные системы сил. Упругость. Пластичность. Последствие и ползучесть. Тела изотропные и анизотропные, Зависимость между силой, массой и ускорением.

## **2. Теория напряженного состояния.**

Общие понятия и виды напряженного состояния. Определение перемещений по заданной деформации. Анализ линейного и плоского напряженного состояния. Круговая диаграмма Мора. Гипотезы прочности. Общие криволинейные, цилиндрические и сферические координаты. Геометрически нелинейные задачи.

## **3. Теория упругости. Общие уравнения и простейшие примеры.**

Упругое тело. Закон Гука для изотропных тел. Формулировка задачи теории упругости. Теорема единственности решения. Уравнения теории упругости в перемещениях и напряжениях. Температурные эффекты. Вариационные уравнения теории упругости. Обобщенные силы и перемещения. Теоремы Клайперона и Максвелла-Бетти. Простейшая задача о концентрации напряжений.

## **4. Стержни, пластины и оболочки.**

Приближенная теория изгиба балок. Распространение вариационных методов на геометрически нелинейные задачи. Устойчивость сжатого стержня и родственные задачи. Изгиб пластин. Основные предположения технической теории. Линейная теория пластин. Изотропные пластины. Дифференциальное уравнение для определения прогиба и простейшие задачи. Прямоугольные пластины из изотропного материала. Прямое применение вариационных принципов к задачам изгиба пластин. Большие прогибы. Устойчивость пластин. Вариационный метод решения задач устойчивости. Осесимметричная деформация цилиндрической оболочки. Безмоментная теория оболочек. Уравнения краевого эффекта в теории оболочек.

## **5. Теория колебаний и устойчивости движения.**

Свободные и вынужденные колебания. Методы определения частот колебаний. Неравенство Рэлея и метод Ритца. Распространение плоских волн в неограниченной упругой среде. Отражение волн. Распространение волн в слое конечной толщины. Распространение волн в стержнях. Колебания линейной системы с одной и с несколькими степенями свободы. Изгибно-крутильные колебания стержней. Устойчивость по Ляпунову. Асимптотическая устойчивость. Теоремы об устойчивости и неустойчивости. Устойчивость по первому приближению. Критерии устойчивости линейных систем.

## **6. Идеальная пластичность.**

Упругопластическое и жесткопластическое тело. Принцип максимума и постулат Друкера. Диссипативная функция. Постановка задачи идеальной пластичности. Теорема единственности. Экстремальные свойства предельных состояний текучести. Условие пластичности для несжимаемого материала, изотропное тело. Простые решения, задача Прандтля. Применение экстремальных принципов к задаче о плоской деформации.

## **7. Упруго-пластическое упрочняющееся тело.**

Деформационная теория пластичности. Теория течения, постулат Друкера, общие уравнения. Границы применимости деформационной теории пластичности. Двумерная модель упрочняющегося тела. Интерпретация соотношений пластичности в пространстве деформаций. Изотропное и трансляционное упрочнение. Кусочно-линейные поверхности нагружения. Теория скольжения. Сопоставление моделей с реальностью в пластичности. Распространение упруго-пластических волн. Запаздывание текучести.

## **8. Наследственная теория упругости.**

Линейная наследственность. Резольвентные операторы. Применение преобразования Лапласа. Функции от операторов. Линейное наследственно-упругое тело, реологические модели. Экспоненциальные операторы. Наследственно-упругое тело. Периодические нагрузки. Устойчивость наследственно-упругих систем. Вариационные принципы теории наследственности. Распространение волн в наследственно-упругом теле.

## **9. Ползучесть металлов.**

Испытания на ползучесть и кривые ползучести. Зависимость от напряжения и температуры. Кинетическое уравнение ползучести. Простейшие теории одномерной ползучести. Теория старения и расчет по изохронным кривым. Релаксация напряжений. Установившаяся ползучесть при сложном напряженном состоянии. Частные формы закона ползучести. Труба под действием внутреннего давления. Ползучесть вращающегося диска. Установившаяся ползучесть пластин. Неустановившаяся ползучесть, изотропное упрочнение. Устойчивость при ползучести,

## **10. Механика разрушения.**

Предмет механики разрушения. Условие прочности для хрупких тел. Хрупкое и вязкое разрушение. Напряжения и перемещения вблизи кончика трещины. Линейная механика разрушения. Сила сопротивления раскрытию трещины. Линейная модель пластической зоны. Длительное разрушение при высоких температурах, вязкое разрушение. Хрупкое разрушение при высоких температурах. Понятие об усталостном разрушении.

2.

### **11. Виброизоляция и вибропоглощение.**

Колебания виброизолированного твердого тела. Собственные частоты. Распространение вибрации по конструкциям. Виброизоляция элементов и узлов конструкции. Динамические виброгасители. Пассивная и активная виброизоляция. Вибродемпфирование конструкций. Методы контроля эффектов вибродемпфирования и виброизоляции.

### **12. Метод конечных элементов (МКЭ).**

Вариационно-энергетические подходы (МКЭ). Построение функций формы. Основные соотношения метода перемещений теории упругости на матричной основе МКЭ. Минимизация функционала потенциальной энергии деформируемой системы в задаче расчета прочности конструкции. Динамические задачи МКЭ. Задачи теории поля МКЭ (стационарная и нестационарная теплопроводность).

### **13. Двигатели внутреннего сгорания (ДВС).**

Общие сведения. Конструкции и критериальные детали ДВС. Газовые турбины. Расчет рабочих процессов ДВС и турбонаддува. Камеры сгорания и форсажные камеры. Топливные системы и системы охлаждения. Упругие подвески ДВС. Теплонапряженность деталей ДВС.

### **14. Критические скорости вращения валов.**

Невесомый вал с одним диском. Жесткие и гибкие валы. Влияние упругости опор на критические скорости вращения. Весомый вал. Критические скорости вращения однодисковых роторов (расчетная схема ротора, упругая ось ротора, собственные частоты колебаний, диаграмма частот, критические скорости). Вынужденные и резонансные колебания роторов. Колебания валов при действии сил внешнего и внутреннего трения.

### **15. Оптимизация деформируемых конструкций.**

Минимизация веса упругих элементов конструкций при ограничениях на напряжения. Оптимальность и равнопрочность. Предельное снижение концентрации напряжений в упругих телах. Проектирование идеально пластических тел при ограничениях по несущей способности. Проектирование упругопластических конструкций из условий минимального веса и приспособляемости к переменным нагрузкам.

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### Основной

1. Работнов Ю.Н. Механика деформируемого твердого тела. - М.: Наука, 1988.712 с.
2. Вибрация в технике, т.1-6 - М.: Машиностроение, - 1979.
3. Бидерман В.Л. Прикладная теория механических колебаний. - М.: «Высшая школа», 1972.
4. Двигатели внутреннего сгорания: Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей. Учебник для студентов вузов/ под ред. А. С. Орлина, М. Г. Круглова 3-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1980.
5. Биргер И.А., Шорр Б.Ф., Иосилевич СБ. Расчет на прочность деталей машин. - М.: Машиностроение, 1979.702 с.
6. Ляв А. Математическая теория упругости. - М.: ОНТИ, 1935.
7. Новожилов В.В. Теория упругости. - М.: Судпромгиз, 1958.
8. Болотин В.В.- Статические методы в строительной механике. - М.: СтройИзд-дат,1961.
9. Тимошенко С.П., Войновский-Кригер С. Пластинки и оболочки. - М.: Физматгиз,1963.
10. Ильюшин А.А. Пластичность: основы общей математической теории. - М.: Изд-во АН СССР, 1963.272 с.
11. Работнов Ю.Н. Элементы наследственной механики твердых тел. - М.: Наука, 1977.
12. Партон В.З., Морозов Е.М. Механика упругопластического разрушения - М.: Наука, 1985.504 с.
13. Черепанов С.П. Механика хрупкого разрушения. - М.: Наука, 1974. 640 с.
14. Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов. - М.: Мир, 1979 - 392 с.
15. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. - М.: Мир, 1975, 541 с.
16. Хронин Д.В. Теория и расчет колебаний в двигателях летательных аппаратов. - М.: Машиностроение, 1970,412 с.
17. Баничук Н.В. Оптимизация форм упругих тел. - М.: Наука, 1980.256 с.
18. Троицкий В.А., Петухов Л.В. Оптимизация формы упругих тел. - М.: Наука, 1982. - 432 с.
19. Малков В.П., Угодчиков А.Г. Оптимизация упругих систем. - М.: Наука, 1981. 288 с.

## Дополнительный

1. Решетов Д.Н. Детали машин. - М.: Машиностроение, 1989.- 496 с.: ил.
2. Решетов Д.Н. Работоспособность и надежность деталей машин. - М.: Высшая школа, 1974.
3. Леликов О.П. Основы расчета и проектирования деталей и узлов машин. Конспект лекций по курсу «Детали машин». - М.: Машиностроение, 2001.
4. Шелофаст В.В. Основы проектирования машин. - М.: Изд-во АПМ, 2000
5. Пановко Я.Г. Основы прикладной теории упругих колебаний. - М.: Машиностроение, 1967.
6. Крагельский И. В. Трение и износ. - М.: Машиностроение, 1968.
7. Двигатели внутреннего сгорания. Под ред. д-ра техн. наук, проф. В.Н. Луканина. М.: Высш. школа, 1985
8. Кудрявцев В.Н., Державец Ю.Л., Глухарев КГ. Конструкции и расчет зубчатых редукторов. - Л.: Машиностроение, 1971.
9. Машины и стенды для испытания деталей / Под ред. Д. Н. Решетова. - М.: Машиностроение, 1979.
10. Уплотнения и уплотнительная техника: Справочник / Под ред. А.И Голубева, Л. А. Кондакова. - 2-е изд. - М.: Машиностроение, 1994. - 448 с.
11. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин. - М.: Высшая школа, 2001.
12. Иоселевич Г.Б. Детали машин. - М.: Машиностроение, 1988.
13. Дмитриев В. Л. Детали машин. - Л.: Судостроение, 1970.
14. Серенсен С.В., Когаев В.П., Шнейдерович Р.М. Несущая способность и расчет деталей машин на прочность. - М.: Машиностроение, 1975.
15. Спицын Н. А., Машнев М. М. и др. Опоры осей и валов машин и приборов. - М.: Машиностроение, 1970.
16. Кудрявцев В. П. Детали машин. - Л.: Машиностроение, 1980.