

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий отделом ОПКВК

 В.П. Драгунов



«3» июля 2024 г.

ПРОГРАММА

вступительных испытаний в аспирантуру по специальности

1.1.8 «Механика деформируемого твердого тела»

(технические науки)

Новосибирск

2024

Программа обсуждена на заседании ученого совета факультета летательных аппаратов
протокол № 7 от 02 июля 2024 г.

Программу разработал

д.т.н., профессор



К.А. Матвеев

Декан ФЛА,

д.т.н., доцент



Д.А. Чинахов

Ответственный за основную

образовательную программу

к.т.н., доцент



Д.А. Красноруцкий

Введение

В основу программы вступительных испытаний положены следующие вузовские дисциплины, соответствующих государственному образовательному стандарту по направлению «Прикладная механика»: теория упругости; теория пластичности; теория ползучести и вязкоупругости; механика разрушения.

1. Теория упругости

1. Теория напряженного и деформируемого состояний. Тензоры деформации Грина и Альманси, тензоры напряжений Коши, Пиолы и Кирхгоффа. Малые деформации и малые вращения. Обоснование линеаризации тензоров деформаций.
2. Потенциальная энергия деформации упругого тела. Закон Гука для изотропного и анизотропного тела. Тензор упругих постоянных. Полная система уравнений теории упругости в напряжениях. Уравнения Бельтрами-Митчела. Уравнения в перемещениях. Постановка задач теории упругости. Теоремы существования и единственности.
3. Вариационные принципы теории упругости. Принцип Лагранжа. Теорема Клапейрона. Теорема Бетти. Принцип Кастильяно. Вариационные методы решения задач теории упругости. Метод Ритца. Метод Бубнова-Галеркина.
4. Плоская деформация и плоское напряженное состояние. Функция напряжений. Дифференциальные уравнения и краевые условия для функции напряжений. Теорема Мориса Леви. Методы решения плоских задач. Применение теории функции комплексного переменного. Формулы Колосова-Мусхелишвили. Применение интегралов типа Коши. Методы решения краевых задач для комплексных потенциалов. Действие штампа на полуплоскость, плоскость с отверстием и разрезом.
5. Допущения классической теории тонких упругих оболочек. Деформация срединной поверхности. Внутренние усилия и моменты. Соотношения упругости. Потенциальная энергия деформации. Полная система уравнений теории оболочек. Безмоментная теория. Краевые эффекты в оболочках.
6. Температурные задачи теории упругости. Основные уравнения термоупругости. Методы решения задач термоупругости.
7. Динамические задачи теории упругости. Распространение волн в неограниченной упругой среде. Продольные и поперечные волны. Поверхностные волны Рэлея. Волны Лява. Сферические волны. Собственные частоты упругих тел. Формула Рэлея.

2. Теория пластичности

1. Модели упруго-пластического тела. Постулаты теории пластичности. Деформационная теория. Теория пластического течения. Методы решения задач теории пластичности с упрочнением и идеальная пластичность. Разгрузка. Остаточные напряжения. Условия на границе упругой и пластической областей. Задача о кручении, о нагружении внутренним давлением цилиндра и поллой сферы.
2. Модель жестко-пластического тела. Вариационные принципы для предельного состояния. Определение верхней и нижней границ для предельной нагрузки.
3. Плоская задача теории пластичности. Уравнения плоской задачи. Характеристики и линии скольжения. Случай плоской деформации и плоского напряженного состояния. Задача о штампе и полосе с выточками.

3. Теория ползучести и вязкоупругости

1. Понятие о ползучести и релаксации. Определяющие соотношения теории ползучести. Ползучесть в случае сложного напряженного состояния изотропного тела. Теория старения, теория течения и теория упрочнения. Постановка задач теории ползучести. Вариационные принципы. Установившаяся ползучесть при чистом изгибе. Ползучесть вращающихся дисков.
2. Теория линейной вязкоупругости. Использование механических моделей. Спектры времен релаксации и последействия. Дифференциальная и интегральная форма соотношений между напряжениями и деформациями. Различные типы ядер в интегральных соотношениях. Принцип температурно-временного соответствия. Постановка и методы решения задач теории вязкоупругости. Принцип Вольтерра. Применение преобразования Лапласа. Понятие о нелинейных моделях наследственных сред.

4. Механика разрушения

1. Квазихрупкое и вязкое разрушение. Феноменологические теории прочности. Линейная механика квазихрупкого разрушения. Напряжения вблизи трещин в упругом теле. Энергетический и силовой подходы в механике разрушения.
2. Условия разрушения тел с трещинами. Устойчивая и неустойчивая трещина. Критический коэффициент интенсивности напряжений. Инвариантные интегралы. Учет пластической деформации в конце трещины. Характеристики раскрытия трещины.
3. Применение механики разрушения к задачам усталостного разрушения. Теория накопления повреждений. Разрушение в условиях ползучести.

5. Правила аттестации

Оценка знаний поступающего в аспирантуру осуществляется в виде экзамена в устной форме по билетам, составленным на основе представленных выше вопросов. Билет состоит из трех теоретических вопросов. По результатам ответа на вопросы по билету и при необходимости на дополнительные вопросы поступающий в аспирантуру может получить следующие оценки:

отлично – на три вопроса в билете даны правильные ответы, полностью раскрывающие суть вопросов, и на дополнительные вопросы, заданные комиссией поступающий в аспирантуру ответил правильно и полностью.

хорошо – на вопросы даны правильные, но не полные ответы. Раскрыта суть рассматриваемого процесса, но не приведены примеры. На дополнительные вопросы, заданные комиссией поступающий в аспирантуру ответил правильно и полностью.

удовлетворительно – только на два вопроса даны правильные ответы, но на дополнительные вопросы, заданные комиссией поступающий в аспирантуру ответил правильно и полностью.

неудовлетворительно – на все вопросы по билету соискатель ответил неправильно.

Основная литература

Пестриков В.М. Механика разрушения на базе компьютерных технологий : практикум / Виктор Пестриков, Евгений Морозов – СПб. : БХВ-Петербург, 2007, 452 с.

Черняк В. Г. Механика сплошных сред : [учебное пособие для вузов по направлению "Физика"] / В. Г. Черняк, П. Е. Суетин – М. : Физматлит , 2006, 352 с.

Прикладная теория пластичности : [учебное пособие для вузов по направлению 150300 - Прикладная механика / К. М. Иванов и др.] ; под ред. К. М. Иванова – СПб. : Политехника ; 2009, 374, [1] с.

Теория упругости [Электронный ресурс] : 26 книг в PDF-формате. - Ижевск, 2005. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с контейнера.

Дополнительная литература

А.А.Ильюшин. Пластичность. М.: Наука, 1948.

В.Д.Клюшников. Математическая теория пластичности. М.:МГУ, 1949.

Г.И.Марчук. Методы вычислительной математики. М., 1977.

Е.М.Морозов, В.З.Партон. Механика упруго-пластического разрушения.

Н.И.Мусхелишвили. Некоторые основные задачи математической теории упругости. М.: Наука, 1966.

В.Новацкий. Теория упругости. М.: Мир, 1975.

В.В.Новожилов. Теория тонких оболочек.Л.:Судостроение,1962.

В.В.Новожилов. Теория упругости. Л., 1958.

Ю.Н.Работнов. Механика деформируемого твердого тела. М.,1979

Г.Стренг, Дж.Фикс. Теория конечных элементов. М.: Мир, 1977

Л.М.Качанов. Основы теории пластичности. М., 1969

Л.М.Качанов. Основы механики разрушения. М., 1974

Л.М.Качанов. Теории ползучести. М., ГИФЛМ., 1969