

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физико-технический факультет



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по ОД

Е.В. Луков

28 октября 2022г.

ПРОГРАММА

кандидатского экзамена по научной специальности
1.1.8. Механика деформируемого твердого тела

Томск – 2022

Программа кандидатского экзамена по научной специальности **1.1.8. Механика деформируемого твердого тела** рассмотрена и рекомендована к утверждению ученым советом *физико-технического факультета*

протокол № 11 от 27.10.2022 г.

Авторы-разработчики:

1. В.А. Скрипняк - доктор физ.-мат. наук, профессор, заведующий кафедрой механики деформируемого твердого тела
2. Т.В. Чайковская – док. физ.-мат. наук, доцент, профессор кафедры прочности и проектирования
3. А.А. Козулин – канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент кафедры механики деформируемого твердого тела
4. Е.С. Марченко – док. физ.-мат. наук, доцент, заведующий кафедрой прочности и проектирования

Руководитель ОП



В.А. Скрипняк

1. Общие положения

На основании постановления Правительства Российской Федерации от 23.09.2013 № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» кандидатские экзамены сдаются в соответствии с научной специальностью (научными специальностями) и отраслью науки, предусмотренными номенклатурой научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, утверждаемой Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (далее – Минобрнауки России), по которым осуществляется подготовка (подготовлена) диссертации.

Кандидатский экзамен по специальной дисциплине в соответствии с темой диссертации на соискание ученой степени кандидата наук представляет собой форму оценки степени подготовленности соискателя ученой степени к проведению научных исследований по научной специальности **1.1.8. Механика деформируемого твердого тела** по техническим и физико-математическим отраслям науки (далее – кандидатский экзамен).

Программа кандидатского экзамена разработана на основе Паспорта научной специальности **1.1.8. Механика деформируемого твердого тела** (далее – Программа), утвержденного ВАК при Минобрнауки России <https://drive.google.com/drive/folders/1RNYkXhvAzaEF85GqxOH8HhbenJIoUMR7>.

Организация и проведение приема кандидатского экзамена осуществляется в соответствии с установленным в НИ ТГУ порядком.

Подготовка по Программе может осуществляться как самостоятельно, так и в рамках освоения соответствующей программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре НИ ТГУ. Сдача аспирантом кандидатского экзамена является обязательным условием обучения и относится к оценке результатов освоения базовой дисциплины (модуля) образовательного компонента программы, осуществляемой в рамках промежуточной аттестации.

2. Структура кандидатского экзамена и шкала оценивания уровня знаний

Кандидатский экзамен проводится в форме устного экзамена по билетам продолжительностью один академический час и состоит из следующих частей:

1. Основные вопросы (не более трёх вопросов из первого раздела по содержанию курса «Механика деформируемого твердого тела»).

2. Дополнительные вопросы (не более трёх вопросов из 2-го раздела содержания Программы).

Оценка уровня знаний по каждому вопросу осуществляется по пятибалльной шкале со следующим принципом перерасчета:

«отлично» – 5 баллов;

«хорошо» – 4 балла;

«удовлетворительно» – 3 балла;

«неудовлетворительно» – 1-2 балла.

При оценивании ответов на каждый из вопросов экзаменационного билета учитываются следующие критерии:

Ответ на вопрос исчерпывающий, продемонстрировано понимание и	5 баллов
---	----------

знание сути вопроса в полном объеме. Замечаний нет.	
Ответ на вопрос неполный, но раскрывающий основную суть вопроса, продемонстрировано понимание и знание вопроса в достаточном объеме. Замечания незначительные.	4 балла
Ответ неполный с существенными замечаниями, знания по вопросу фрагментарные и частичные, в том числе и по тематике диссертационного исследования.	3 балла
Ответ на вопрос отсутствует или дан неправильный	1-2 балла

Итоговая оценка за кандидатский экзамен выставляется решением экзаменационной комиссии:

«отлично» – при наличии не менее 80% 5-балльных ответов и отсутствии 3-2-1-балльных ответов;

«хорошо» – при наличии не менее 80% 4-балльных ответов и отсутствии 2-1-балльных ответов;

«удовлетворительно» – при наличии более 20% 3-балльных ответов и отсутствии 2-1-балльных ответов;

«неудовлетворительно» – при наличии 1-2 балльного ответа (или отказа отвечать на вопрос).

3. Перечень тем и вопросов для подготовки к сдаче кандидатского экзамена

Раздел 1. (В соответствии с содержанием курса «Механика деформируемого твердого тела»)

Часть 1. Основы механики и термодинамики сплошных сред

1.1 Понятие сплошного тела. Гипотеза сплошности. Физически и геометрически малый элемент. Деформация элемента сплошной среды. Два способа описания деформации сплошного тела. Координаты Эйлера и координаты Лагранжа. Переход от Эйлера описания к Лагранжу.

1.2 Тензор деформации Коши-Грина. Геометрический смысл компонент тензора деформации Грина. Тензор деформации Альманси. Геометрический смысл компонент тензора деформации Альманси. Условия совместности деформаций. Формулировка условий совместности деформаций в цилиндрической и сферической системе координат. Вычисление тензора малых деформаций по заданному полю перемещений. Формулы Чезаро.

1.3 Вектор напряжений на произвольной площадке. Его связь с тремя векторами напряжений на трех взаимно ортогональных площадках (формула Коши). Тензор напряжений. Закон парности касательных напряжений и симметрия тензора напряжений. Вычисление компонент тензора напряжений при ортогональном преобразование координат, общее определение тензора напряжений и его инвариантность. Главные оси и главные нормальные напряжения тензора. Характеристическое уравнение для определения главных напряжений. Инварианты тензора напряжений. Главные касательные напряжения. Геометрическая интерпретация тензора напряжений (эллипсоид напряжений Ламе, круги напряжений Мора, поверхность напряжений Коши). Параметр вида напряженного состояния Надаи-Лоде. Тензор-девиатор напряжений и шаровой тензор. Их инварианты и модули. Модуль тензора напряжений. Интенсивность напряжений.

Решение характеристического уравнения для определения главных напряжений в тригонометрической форме Кардана. Направляющие тензора. Простое и сложное нагружения. Напряжения на октаэдрических площадках. Угол вида напряженного состояния и его связь с параметром Надаи-Лоде.

1.4 Классификация сил в механике сплошных сред: внешние и внутренние силы, массовые и поверхностные силы. Тензоры напряжений Коши, Пиолы и Кирхгофа.

1.5 Законы сохранения механики сплошных сред: уравнения баланса массы, импульса, момента импульса, кинетической, потенциальной и полной энергии.

1.6 Термодинамические процессы и циклы. Термодинамические параметры состояния. Понятие о работе, теплоте, внутренней энергии, температуре и энтропии. Первый и второй законы термодинамики. Термодинамические потенциалы состояния. Общие формы определяющих соотношений механики сплошных сред.

1.7 Физическая размерность. Анализ размерностей и П-теорема. Автомодельные решения. Примеры автомодельных решений.

Часть 2. Теория упругости

2.1 Упругое деформирование твердых тел. Упругий потенциал и энергия деформации. Линейно упругое тело Гука. Понятие об анизотропии упругого тела. Тензор упругих модулей. Частные случаи анизотропии: трансверсально изотропное и ортотропное упругое тело. Упругие модули изотропного тела.

2.2 Полная система уравнений теории упругости. Общая постановка задачи. Постановка задачи в напряжениях. Постановка задачи теории упругости в перемещениях. Уравнения Ламе в перемещениях. Уравнения Бельтрами-Митчелла в напряжениях. Граничные условия. Постановка краевых задач математической теории упругости. Основные краевые задачи. Принцип смягчения граничных условий Сен-Венана. Общие решения дифференциальных уравнений Коши, Максвелла и Морера. Пространственные задачи теории упругости

2.3 Общие теоремы теории упругости: теорема Клапейрона, тождество взаимности, теорема единственности. Основные энергетические функционалы линейной теории упругости. Вариационные принципы теории упругости: принцип минимума полной потенциальной энергии, принцип минимума дополнительной энергии, принцип Рейснера. Теоремы Кастильяно. Теорема Бетти. Примеры.

2.4 Действие сосредоточенной силы в неограниченной упругой среде. Граничные интегральные представления напряжений и перемещений. Формула Соммильяны. Общие представления решений уравнений теории упругости: представление Кельвина, представление Галеркина и представление Папковича-Нейбера. Нормальная нагрузка на границе полупространства (задача Буссинеска). Касательная нагрузка на границе полупространства (задача Черрути).

2.5 Вариационные принципы Лагранжа, минимума потенциальной и дополнительной энергии, обобщенный принцип минимума потенциальной энергии Васидзу, принцип Рейснера. Вариационные методы решения задач теории упругости Релея-Ритца, Лагранжа, Бубнова-Галеркина и др.

2.6 Плоское напряженное и плоское деформированное состояние. Плоская задача теории упругости. Комплексное представление напряжений и перемещений.

Уравнения плоской задачи теории упругости в полярных координатах. Смешанная задача для полуплоскости. Задача Гриффитса.

2.7 Задача о действии штампа с плоским основанием на полуплоскость. Контактная задача Герца.

2.8 Теория тонких упругих пластин и оболочек. Основные гипотезы. Полная система уравнений теории пластин и оболочек. Граничные условия. Постановка задач теории пластин и оболочек. Безмоментная теория. Краевые эффекты. Задача о круглой симметрично нагруженной пластине.

2.9 Динамические задачи теории упругости. Уравнения движения в форме Ламе. Динамические, геометрические и кинематические условия совместности на волновом фронте. Свободные волны в неограниченной изотропной упругой среде. Общее решение в форме Ламе. Фундаментальное решение динамических уравнений теории упругости для пространства. Плоские волны. Поверхностные волны Релея. Волны Лява. Установившиеся колебания упругих тел. Частоты и формы собственных колебаний. Вариационный принцип Релея.

2.10 Температурные задачи теории упругости. Уравнения термоупругости.

Часть 3. Теория пластичности

3.1 Пластическое деформирование твердых тел. Предел текучести. Упрочнение. Остаточные деформации. Идеальная пластичность. Физические механизмы пластического течения. Понятие о дислокациях. Локализация пластических деформаций. Линии Людерса-Чернова.

3.2 Идеальное упругопластическое тело. Идеальное жесткопластическое тело. Пространство напряжений. Критерий текучести и поверхность текучести. Критерии Треска и Мизеса. Пространство главных напряжений. Геометрическая интерпретация условий текучести. Условие полной пластичности. Влияние среднего напряжения.

3.3 Упрочняющееся упругопластическое тело. Упрочняющееся жесткопластическое тело. Функция нагружения, поверхность нагружения. Параметры упрочнения.

3.4 Законы связи между напряженным и деформированным состояниями в теории течения. Принцип Мизеса. Постулат Друккера. Ассоциированный закон пластического течения. Теория скольжения. Краевые задачи теории течения. Теоремы единственности. Вариационные принципы теории течения.

3.5 Кручение призматического тела за пределом упругости. Предельное равновесие при кручении. Характеристики.

3.6 Поверхность напряжений, как поверхность постоянного ската. Песчаная аналогия. Разрывы напряжений. Песчано-мембранная аналогия Прандтля - Надаи для кручения идеально упругопластических тел.

3.7 Пластическое плоское деформированное состояние. Уравнения для напряжений и скоростей. Статически определимые и неопределимые задачи. Характеристики. Свойства линий скольжения. Методы решения основных краевых задач теории плоской пластической деформации. Задача Прандтля о вдавливании штампа. Пластическое плоское напряженное состояние. Уравнения для напряжений и скоростей при условии пластичности Мизеса. Характеристики.

3.8 Плоские упругопластические задачи теории идеальной пластичности. Двухосное растяжение толстой и тонкой пластин с круговым отверстием.

3.9 Деформационные теории пластичности. Теория Генки. Теория малых упруго пластических деформаций А.А. Ильюшина. Теорема о разгрузке. Метод упругих решений. Задача о толстостенной трубе из упрочняющегося материала.

3.10 Упругопластические волны в стержне. Ударное нагружение. Волна разгрузки. Остаточные деформации. Критическая скорость удара.

Часть 4. Теория вязкоупругости и ползучести

4.1 Понятие о ползучести и релаксации. Кривые ползучести и релаксации. Простейшие модели линейно вязкоупругих сред: модель Максвелла, модель Фохта, модель Томсона. Время релаксации. Время запаздывания.

4.2 Определяющие соотношения теории вязкоупругости. Ядра ползучести и релаксации. Непрерывные ядра и ядра со слабой особенностью. Термодинамические ограничения на выбор ядер ползучести и релаксации.

4.3 Формулировка краевых задач теории вязкоупругости. Методы решения краевых задач теории вязкоупругости: принцип соответствия Вольтерры, применение интегрального преобразования Лапласа, численные методы. Теорема единственности.

4.4 Вариационные принципы в линейной вязкоупругости. Применение вариационного метода к задачам изгиба.

4.4 Плоская задача о вдавлении жесткого штампа в вязкоупругую полуплоскость. Контакт вязкоупругих тел: аналог задачи Герца.

4.5 Теории старения, течения, упрочнения и наследственности. Ползучесть при сложном напряженном состоянии. Определяющие соотношения.

4.6 Установившаяся ползучесть. Уравнения состояния деформируемых тел, находящихся в условиях установившейся ползучести. Постановка краевых задач. Вариационные принципы теории установившейся ползучести: принцип минимума полной мощности, принцип минимума дополнительного рассеяния. Установившаяся ползучесть и длительная прочность стержня.

4.7 Неустановившаяся ползучесть. Определяющие уравнения теории неустановившейся ползучести. Вариационные принципы теории течения и теории упрочнения. Неустановившаяся ползучесть стержневой решетки. Устойчивость стержней и пластин из реономных материалов.

Часть 5. Механика разрушения

5.1 Понятие о разрушении и прочности тел. Общие закономерности и основные типы разрушения. Концентраторы напряжений. Коэффициент концентрации напряжений: растяжение упругой полуплоскости с круговым и эллиптическим отверстиями.

5.2 Феноменологические теории прочности. Критерии разрушения: деформационный, энергетический, энтропийный. Критерии длительной и усталостной прочности. Расчет прочности по допускаемым напряжениям. Коэффициент запаса прочности.

5.3 Двумерные задачи о трещинах в упругом теле. Метод разложения по собственным функциям в задаче о построении асимптотик полей напряжений и перемещений у вершины трещины в упругом теле. Коэффициент интенсивности напряжений, методы его вычисления и оценки.

5.4 Скорость высвобождения энергии при продвижении трещины в упругом теле. Энергетический подход Гриффитса в механике разрушения. Силовой подход в механике разрушения: модели Баренблатта и Ирвина. Эквивалентность подходов в случае хрупкого разрушения. Формула Ирвина.

5.5 J-интеграл Эшелби-Черепанова-Райса и его инвариантность. Вычисление потока энергии в вершину трещины. J_R – кривая.

5.6 Динамическое распространение трещин. Динамический коэффициент интенсивности напряжений. Предельная скорость трещины хрупкого разрушения (теоретическая оценка и экспериментальные данные).

5.7 Локализованное пластическое течение у вершины трещины. Оценка линейного размера пластической зоны у вершины трещины по Ирвину. Поле скольжения у вершины трещины нормального отрыва в идеально пластическом теле. Модель трещины Леонова-Панасюка-Дагдейла с узкой зоной локализации пластических деформаций.

5.8 Кинетическая концепция прочности твердых тел. Формула Журкова. Кинетическая теория трещин. Рост трещин в условиях ползучести.

5.9 Понятие об усталостном разрушении. Малоцикловая и многоцикловая усталость. Основные законы роста усталостных трещин.

5.10 Понятие о поврежденности. Типы поврежденности. Математическое представление поврежденности. Параметр поврежденности Качанова-Работнова. Кинетические уравнения накопления поврежденности. Принцип линейного суммирования повреждений. Накопление повреждений в условиях ползучести.

Часть 6. Численные методы решения задач механики деформируемого твердого тела

6.1 Метод конечных разностей. Типичные разностные схемы для параболических, эллиптических и гиперболических уравнений. Метод конечных разностей для дифференциальных уравнений теории упругости.

6.2 Вариационный принцип минимума полной потенциальной энергии упругого тела. Методы Релея-Ритца, Бубнова-Галеркина и градиентного спуска в задачах минимизации функционала полной потенциальной энергии.

6.3 Метод конечных элементов в теории упругости. Пределы применимости метода конечных элементов.

6.4 Формула Сомильяны и метод граничных интегральных уравнений (метод граничных элементов).

6.5 Метод характеристик в двумерных задачах теории пластичности. Область определенности и область зависимости решения гиперболической краевой задачи. Метод лучевых разложений для решения гиперболических задач теории пластичности и волновой динамики.

6.6 Понятие о вычислительном эксперименте. Использование вычислительного эксперимента для решения задач механики деформируемого твердого тела.

Рекомендуемая литература

Основная.

1. Бреббия К., Уокер С. Применение метода граничных элементов в технике. М.: Мир, 1982. –248 с.

2. Васидзу К. Вариационные методы в теории упругости и пластичности. М.: Мир, 1987. –542с.
3. Демидов С.П. Теория упругости. М.: Высшая школа, 1979. –432с.
4. Зенкевич О.К. Метод конечных элементов в технике. М.: Мир, 1975. –541 с.
5. Зубчанинов В.Г. Механика сплошных деформируемых сред. Тверь: ТГТУ, 2000. –703с.
6. Ильюшин А.А. Пластичность. М.: Гостехиздат, 1998. –376с.
7. Ильюшин А.А. Победря Б.Е. Основы математической теории термовязкоупругости. М.: Наука, 1970. –280с.
8. Ильюшин А.А. Механика сплошной среды, Изд. URSS, 2014. –320 с.
9. Качанов Л.М. Основы теории пластичности. М.: Наука, 1969. –420с.
10. Малинин Н.Н. Прикладная теория пластичности и ползучести. М.: Машиностроение, 1986. –400с.
11. Морозов Е.М., Партон В.З. Механика упруго пластического разрушения. М.: Наука, Гл. ред. физ-мат. литературы, 1985. –504 с.
12. Новацкий В. Теория упругости. М.: Мир. 1975. –872 с.
13. Новожилов В.В. Теория тонких оболочек. Л.: Судостроение, 1962. –431 с.
14. Партон В.З., Морозов Е.М. Механика упругопластического разрушения. М.: Наука. 1974. –416с.
15. Работнов Ю.Н. Механика деформируемого твердого тела. М.: Наука, 1988. – 712 с.
16. Работнов Ю.Н. Ползучесть элементов конструкций. М.: Наука, 1966. – 752 с.
17. Седов Л.И. Механика сплошной среды: В 2-х томах. М.: Наука, 1983, 1984. – 568 с.
18. Соколовский В.В. Теория пластичности. М.: Высшая школа, 1969. –608 с.
19. Горшков Ф.Г., Старовойтов Э.И., Тарлаковский Д.В. Теория упругости и пластичности . М. Физматлит, 2002. –415 с..

Дополнительная.

1. Зубчанинов В.Г. Математическая теория пластичности. Тверь: ТГТУ, 2002. –300с.
2. Ивлев Д.Д. Теория идеальной пластичности. М.: Наука, 1996. –232с.
3. Ильюшин А.А. Ленский В.С. Соппротивление материалов. М.: Физматгиз, 1959. – 376 с.
4. Ильюшин А.А. Пластичность. Основы общей математической теории пластичности. М.: АНСССР, 1963. – 272с.
5. Ильюшин А.А., В.А. Ломакин, А.П. Шмаков. Задачи и упражнения по механике сплошной среды , изд. МГУ, 1973. –163 с.
6. Керштейн И.М., Ключников В.Д, Ломакин Е. В., Шестериков С.А. Основы экспериментальной механики разрушения М.: МГУ, 1989. -140 с.
7. Ключников В.Д. Математическая теория пластичности. М.: МГУ. 1979. – 208 с.
8. Лехницкий С.Г. Тория упругости анизотропного тела. М.: Наука, 1977. – 416с.

9. Лихачев В.А., Малинин В.Г. Структурно-аналитическая теория прочности. С.-П Наука, 1993. – 471с.
10. Мусхелишвили Н.И. Некоторые основные задачи математической теории упругости. М.: Наука, 1966. – 708с.
11. Новожилов В.В. Вопросы механики сплошной среды. Л.: Судостроение, 1989. – 397с.
12. Прагер В., Ходж Ф.Г. Теория идеально- пластических тел. М.: ИЛ, 1956. — 398 с.
13. Стренг Г., Фикс Дж. Теория конечных элементов. М.: Мир. 1977. – 352 с.
14. Тимошенко С.П., Гудьер Д.Ж. Теория упругости. М.: Наука, 1979. –560с.
15. Толоконников Л. А. Механика деформируемого твердого тела. М.: Высшая школа, 1979, –318с.
16. Хилл Р. Математическая теория пластичности. М.: ГИТТЛ, 1956. –407с.
17. Чумаченко Е.Н., Смирнов О.М., Цепин М.А. Сверхпластичность: материалы, теория, технологии (в серии: "Синергетика: от прошлого к будущему") – М.: Изд. 2-е, Книжный дом ЛИБРОКОМ", 2009. – 320 с.

Раздел 2. Дополнительные вопросы

Область исследования: Законы деформирования, повреждения и разрушения материалов, в том числе природных, искусственных и вновь создаваемых.

Вопросы

1. Понятие о разрушении и прочности тел.
2. Общие закономерности и основные типы разрушения.
3. Концентраторы напряжений. Коэффициент концентрации напряжений: растяжение упругой полуплоскости с круговым и эллиптическим отверстиями.
4. Феноменологические теории прочности. Критерии разрушения: деформационный, энергетический, энтропийный.
5. Критерии длительной и усталостной прочности. Расчет прочности по допускаемым напряжениям. Коэффициент запаса прочности.
6. Двумерные задачи о трещинах в упругом теле. Метод разложения по собственным функциям в задаче о построении асимптотик полей напряжений и перемещений у вершины трещины в упругом теле.
7. Коэффициент интенсивности напряжений, методы его вычисления и оценки.
8. Скорость высвобождения энергии при продвижении трещины в упругом теле.
9. Энергетический подход Гриффитса в механике разрушения.
10. Силовой подход в механике разрушения: модели Баренблатта и Ирвина. Эквивалентность подходов в случае хрупкого разрушения. Формула Ирвина.
11. J -интеграл Эшелби—Черепанова—Райса и его инвариантность. Вычисление потока энергии в вершину трещины. J_R -кривая.
12. Локализованное пластическое течение у вершины трещины. Оценка линейного размера пластической зоны у вершины трещины по Ирвину. Поле скольжения у вершины трещины нормального отрыва в идеально пластическом теле.
13. Модель трещины Леонова—Панасюка—Дагдейла с узкой зоной локализации пластических деформаций.

14. Кинетическая концепция прочности твердых тел. Формула Журкова. Кинетическая теория трещин. Рост трещин в условиях ползучести.

Рекомендуемая литература.

1. Работнов Ю. Н. Введение в механику разрушения. – М.: Наука, 1987. – 80 с.
2. Екобори Т. Научные основы прочности и разрушения металлов. – Киев: Наукова думка, 1978. – 352 с.
3. Макклиток Ф., Аргон А. Деформация и разрушение материалов. – М.: Мир, 1970. – 443 с.
4. Качанов Л.М. Основы механики разрушения. – М.: Наука, 1974.

Область исследования: Механика композиционных материалов и конструкций, механика интеллектуальных материалов.

Вопросы

1. Представление о композитах и их классификация.
2. Эффективные модули упругости однонаправленного материала.
3. Определение свойств композитов методами микромеханики.
4. Простейшая микромодель композита.
5. Упругие характеристики многослойных композитов при плоском напряжённом состоянии.
6. Изгиб многослойных композиционных материалов.
7. Модели деформирования трёхслойных конструкций.
8. Концентраторы и дефекты в композитах.
9. Влияние дефектов типа расслоения на механические свойства композитов.
10. Структурный и феноменологический подходы теории прочности композитов

Рекомендуемая литература.

1. Батаев А.А., Батаев В. А. Композиционные материалы: строение, получение, применение: Учебное пособие; - : НГТУ, 2002. - 383 с.
2. Вильдеман В. Э., Соколкин Ю. В., Ташкинов А. А. Под ред. Ю. В. Соколкина, — М.: Наука. Физматлит, 1997. — 288 с.
3. Горшков А.Г., Старовойтов Э.И., Яровая А.В. Механика слоистых вязкоупругопластических элементов конструкций. М.: Физматлит, 2005 г. – 576 с.
4. Победра Б.Е. Механика композиционных материалов. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984. — 336 с.
5. Сидоренко Ю.Н. Методы оптимизации композитных систем Томск: ТГУ, 2005. — 52 с.
6. Соломонов Ю.С., Георгиевский В.П., Недбай А.Я., Андриюшин В.А. Методы расчета цилиндрических оболочек из композиционных материалов М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. — 248 с.
7. Фудзии Т., Дзако М. Механика разрушения композиционных материалов М.: Мир, 1982. — 232с

Область исследования: Динамика деформируемого твёрдого тела. Теория волновых процессов в средах различной структуры.

Вопросы:

1. Понятие ударной волны и волны разрежения. Отличие ударной волны от акустических волн.

2. Правила распространения волн сжатия и разрежения. Основные характеристики ударной волны.
3. Уравнения одномерного движения в дифференциальной форме. Инварианты Римана.
4. Напряженно-деформированное состояние сплошной среды за плоской ударной волной.
5. Уравнения Ренкина-Гюгонио. Понятие уравнения состояния. Динамическая жесткость материала.
6. Волны сжатия и разрежения в упругопластическом материале.
7. Упругий предвестник. Затухание упругого предвестника.
8. Динамический предел текучести материала.
9. Структура ударных волн с среде с фазовыми превращениями. Распад разрыва при фазовом превращении.
10. Р-и и t-x анализ взаимодействий ударных волн и волн разрежения – задача из 2-х, 3-х и 4-х составной мишеней из разно-жестких слоев.
11. Определение состояния вещества за ударной волной.
12. Задачи волновых взаимодействий в материалах с различной жесткостью.

Рекомендуемая литература.

1. Андреев С. Г. Экспериментальные методы физики взрыва и удара : [учебник] / С. Г. Андреев, М. М. Бойко, В. В. Селиванов ; под ред. В. В. Селиванова. – М. : Физматлит, 2013. – 751 с. – Режим доступа ЭБС Лань: https://e.lanbook.com/book/59748#book_name
2. Высокоскоростное взаимодействие тел / В.М. Фомин, А.И. Гулидов, Г.А. Сапожников и др. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1999. - 600 с.
3. Даниленко В.В. Взрыв: физика, техника, технология. – М.: Энергоатомиздат, 2010. – 784 с.
4. Динамика удара/ Под ред. Зукас Дж.А., Николас Т., Свифт Х.Ф. -М.: Мир, 1985. -286 с.
5. Звягин А., Шемякин Е., Рахматулин Х.А., Демьянов Ю. Прочность и разрушение при кратковременных нагрузках. М.: МГУ. –622 с.
6. Зельдович Я. Б. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений / Я. Б. Зельдович, Ю. П. Райзер. – Изд. 3-е, испр. – М. : Физматлит, 2008. – 652 с. – Режим доступа ЭБС Лань: https://e.lanbook.com/book/2373#book_name
7. Ионов В.Н., Огибалов П.М. Прочность пространственных элементов конструкций. Ч. 1. Основы механики сплошной среды. - М.: Высшая школа, 1979. - 384 с.
8. Канель Г.И., Разоренов С.В., Уткин А.В., Фортвов В.Е. Ударно-волновые явления в конденсированных средах. –М.: Янус-Ю. 1996. – 409 с.
9. Орленко Л. П. Физика взрыва и удара : [учебное пособие] / Л. П. Орленко. – М. : Физматлит, 2006. – 303 с.
10. Седов Л.И. Механика сплошной среды. Т. 1, 2. - М.: Наука, 1973. - 1112 с.
11. Селиванов В.В., Новиков С.А., Кобылкин И.Ф. Взрывные технологии. – М.: МГТУ им. Баумана, 2008. – 648 с..
12. Скрипняк В.А., Скрипняк Е.Г., Разоренов С.В. Ударные волны в конденсированных средах. Томск. Изд-во НТЛ, 2007. – 168 с.

13. Уилкинс М.Л. Расчет упруго-пластических течений // Вычислительные методы в гидродинамике / Под ред. Б. Олдера, С. Фернбаха, М. Ротенберга. - М: Мир, 1967. - С. 212 - 263.

14. Физика взрыва / Под ред. Л.П. Орленко. - Изд. 3-е, переработанное. - В 2 т. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. - 1488 с.

15. Физика взрыва : [в 2 т. / С. Г. Андреев, А. В. Бабкин, Ф. А. Баум и др.] ; под ред. Л. П. Орленко. – Изд. 3-е, испр. – М. : Физматлит, 2004. – Т. 1. – 823 с. ; Т. 2. – 644 с.

Область исследования: Экспериментальные методы исследования процессов деформирования, повреждения и разрушения материалов, в том числе объектов, испытывающих фазовые структурные превращения при внешних воздействиях.

Вопросы

1. Типы испытаний материалов с фазовыми превращениями при квазистатическом и циклическом нагружении.

2. Вязкое и хрупкое разрушений. Характерные дефекты и повреждения металлических конструкций.

3. Понятия ползучести и длительной прочности. Методы исследования.

4. Усталость материалов. Предел выносливости. Фреттинг-усталость. Коррозионная усталость.

5. Мало- и многоцикловая усталость. Алгоритм Любачевского — Стилинжера.

6. Неупругая мартенситная деформация и явления гистерезисного формоизменения в материалах с памятью формы. Понятие напряжения мартенситного сдвига.

7. Эффект памяти формы. Связь эффектов памяти формы с пластичными и упругими свойствами

8. Закономерности изменения напряжения и деформации в условиях нагрузки материалов с фазовыми структурными превращениями.

9. Обратимая сверхэластичность. Уравнение Клайперона-Клаузуса.

10. Влияние внешнего напряжения на мартенситные превращения в сплавах с памятью формы.

Рекомендуемая литература.

1. Экспериментальная механика / Б.В. Букетин и др. – М.: Изд.-во МГТУ им. Баумана, 2004. –136 с.

2. Экспериментальные методы исследования деформаций и напряжений /справочное пособие / под ред. Б.С. Касаткина и др. – Киев: «Наукова думка»,

3. 1981 –589 с. Исследование процессов больших пластических деформаций для структурообразования объемных кристаллических материалов [Электронный ресурс] : [метод. указания к лаб. работам] / М-во образования и науки РФ, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т) ; [авт.-сост. И. П. Попов, К. А. Николенко]. - Самара, 2013. - on-line

4. Сопротивление материалов. Учебник / Г. С. Писаренко, А. Л. Цветок, Е. С. Уманский. Под ред. Г. С. Писаренко — М. : Высшая школа, 1993. — 655 с. ISBN 5-11-004083-4

5. Механика разрушения сварных конструкций: Курс лекций. Для студентов специальности 7.092301 всех форм обучения / Составитель: Ясной П. В. — Тернополь : ТГТУ, 2006. — 100 с.

6. Трощенко В. Т. деформирования и разрушение металлов при многоцикловом нагружении. — К. : Наукова думка, 1981. — 344 с.

7. Панасюк В. В. и др. Механика разрушения и прочность материалов. Т. 4. Усталость и циклическая трещиностойкость конструкционных материалов. — К.: Наукова думка, 1990. — 679 с. — ISBN 5-12-000489-X
8. Владимиров В.И. Физическая природа разрушения металлов. М., 1984
9. Мороз Л.С. Механика и физика деформаций и разрушения металлов. Л., 1984
10. Горицкий В.М., Терентьев В.Ф. Структура и усталостное разрушение металлов. М., 1986
11. Рыбин В.В. Большие пластические деформации и разрушение металлов. М., 1986
12. Медицинские материалы и имплантаты с памятью формы: В 14 томах / Под ред. В.Э. Гюнтера., 2011.
13. Лихачев В. А., Кузьмин С. Л., Каменцева З. П. Эффект памяти формы. — Л.: Изд-во ЛГУ, 1987.
14. Бойко В. С., Гарбер Р. И., Косевич А. М. Обратимая пластичность кристаллов. — М.: Наука, 1991. — 280 с.
15. В. Н. Хачин. Память формы. — М.: Знание, 1984. — 64 с. — («Знание», «Физика».).
16. Ооцука К., Симидзу К., Судзуки Ю. Сплавы с эффектом памяти формы: Пер. с яп. / Под ред. Х. Фунакубо. М.: Metallurgia, 1990. — 224 с.

3. Пример экзаменационного билета

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Кандидатский экзамен по специальности
1.1.8. Механика деформируемого твердого тела
Экзаменационный билет № 1

Основные вопросы

1. Характеристическое уравнение для определения главных напряжений. Инварианты тензора напряжений. Главные касательные напряжения.
2. Деформационные теории пластичности. Теория Генки. Теория малых упругопластических деформаций А.А. Ильюшина.
3. Феноменологические теории прочности. Критерии разрушения: деформационный, энергетический, энтропийный.

Дополнительные вопросы:

1. Понятие ударной волны и волны разрежения. Отличие ударной волны от акустических волн.
2. Упругий предвестник. Затухание упругого предвестника.