

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



Программа дисциплины

Механика контактного взаимодействия и разрушения М2.ДВ.5

Направление подготовки: 010800.68 - Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки: Механика твердого деформируемого тела

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Кузнецов С.А.

Рецензент(ы):

Выборнов В.Г.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Коноплев Ю. Г.

Протокол заседания кафедры No ___ от "___" _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института математики и механики им. Н.И. Лобачевского :

Протокол заседания УМК No ___ от "___" _____ 201__ г

Регистрационный No 81726214

Казань
2014

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (с.н.с.) Кузнецов С.А. Кафедра теоретической механики отделение механики, Sergea.Kuznetsov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Усвоение основных положений теории контактных задач механики деформируемого твердого тела, включающих приведение смешанной краевой задачи теории упругости к системе интегральных уравнений, постановку плоской контактной задачи теории упругости и ее решение, постановку пространственной осесимметричной контактной задачи теории упругости и ее решение, особенности постановки контактных задач теории пластин и оболочек и основных методов их решения. В курсе также излагаются основные положения механики разрушения, включающие теорию хрупкого и квазихрупкого разрушения, нелинейную механику разрушения, динамические и температурные задачи механики разрушения, длительную прочность конструкционных материалов, малоцикловую усталость, коррозионное разрушение.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "М2.ДВ.5 Профессиональный" основной образовательной программы 010800.68 Механика и математическое моделирование и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 1, 2 курсах, 2, 3 семестры.

Дисциплина относится к вариативной части профессионального цикла.

Дисциплина "Механика контактного взаимодействия и разрушения" является продолжением базовых профессиональных курсов, использует теоретические сведения, знания и навыки из цикла профессиональных дисциплин; даёт навыки постановки и решения задач о взаимодействии упругих тел друг с другом и с жесткими телами (штампами), знакомит с многообразием постановок и методов решения задач механики разрушения.

Дисциплина основывается на знаниях, полученных при освоении дисциплин: Математический анализ; Алгебра; Дифференциальные уравнения; Уравнения математической физики; Общая физика; Теоретическая и прикладная механика; Основы МСС.

Знания и навыки, полученные при изучении курса "Механика контактного взаимодействия и разрушения", используются студентами при выполнении курсовых и дипломных работ.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-6 (общекультурные компетенции)	способностью работать самостоятельно, заботой о качестве, стремлением к успеху
ОК-6 (общекультурные компетенции)	способностью работать самостоятельно, заботой о качестве, стремлением к успеху
ОК-9 (общекультурные компетенции)	способностью к организации и планированию
ОК-9 (общекультурные компетенции)	способностью к организации и планированию
ПК-1 (профессиональные компетенции)	владением методами математического моделирования при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных математических дисциплин и компьютерных наук

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1 (профессиональные компетенции)	владением методами математического моделирования при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных математических дисциплин и компьютерных наук
ПК-10 (профессиональные компетенции)	способностью к собственному видению прикладного аспекта в строгих математических формулировках
ПК-12 (профессиональные компетенции)	способностью к определению общих форм, закономерностей, инструментальных средств для групп дисциплин
ПК-15 (профессиональные компетенции)	способностью различным образом представлять и адаптировать математические знания с учетом уровня аудитории
ПК-18 (профессиональные компетенции)	способностью к преподаванию физико-математических дисциплин и информатики в средней школе, средних специальных и высших учебных заведениях на основе полученного фундаментального образования и научного мировоззрения
ПК-19 (профессиональные компетенции)	умением извлекать актуальную научно-техническую информацию из электронных библиотек, реферативных журналов
ПК-2 (профессиональные компетенции)	владением методами математического и алгоритмического моделирования при анализе проблем техники и естествознания
ПК-2 (профессиональные компетенции)	владением методами математического и алгоритмического моделирования при анализе проблем техники и естествознания
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью к интенсивной научно-исследовательской и научно-изыскательской деятельности
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью к интенсивной научно-исследовательской и научно-изыскательской деятельности
ПК-5 (профессиональные компетенции)	глубоким пониманием теории эксперимента
ПК-7 (профессиональные компетенции)	способностью к самостоятельному анализу физических аспектов в классических постановках математических задач и задач механики
ПК-9 (профессиональные компетенции)	умением ориентироваться в современных алгоритмах компьютерной математики, совершенствовать, углублять и развивать математическую теорию и физико-механические модели, лежащие в их основе

В результате освоения дисциплины студент:

4. должен демонстрировать способность и готовность:

теоретическими знаниями о возможностях моделирования контактного взаимодействия упругих тел между собой и с жесткими телами (штампами) и о возможностях моделирования тел с трещинами, применении известных моделей к описанию поведения трещин при различных возмущающих воздействиях (силовом, температурном, коррозионном)

4. должен демонстрировать способность и готовность:

ориентироваться в постановке и методах решения различных контактных задач МТДТ и в постановке и методах решения различных задач механики разрушения

4. должен демонстрировать способность и готовность:

основы механики контактного взаимодействия (теория Герца, функция Грина, учет обжатия при контакте тонкостенных элементов конструкций) и основы механики разрушения (теория Гриффитса - Орована - Ирвина, кривая Вёлера, формула Париса, критерий Леонова - Панасюка). Механика коррозионного разрушения. Кинетическая диаграмма разрушения, ее основные типы. Водородное охрупчивание, роль кислорода. Кинетика роста трещин в полимерных материалах.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины отсутствует во 2 семестре; экзамен в 3 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Контактные задачи теории упругости. Введение. Что такое контактные задачи. Классификация задач теории упругости. Понятие о Γ -функции и ее свойствах. Функции Грина. Приведение смешанной краевой задачи к системе интегральных уравнений. Плоская контактная задача. Многочлены Чебышева. Решение плоской контактной задачи. Общий случай решения основного интегрального уравнения плоской контактной задачи. Пространственная осесимметричная контактная задача. Полиномы Лежандра. Решение пространственной контактной задачи.	2	1-5	5	5	0	
2.	Тема 2. Контактные задачи теории пластин. Особенности постановки контактных задач теории пластин и оболочек.	2	6-8	2	5	0	контрольная работа устный опрос домашнее задание
3.	Тема 3. Контактные задачи теории оболочек. Контактная задача взаимодействия бесконечно длинной цилиндрической оболочки с жестким бандажом. Сжатие цилиндрической оболочки двумя жесткими штампами.	2	9	1	2	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
4.	Тема 4. Двумерные контактные задачи теории пластин. Построение функции влияния для неосесимметричной деформации круглой пластины. Контактная задача для круглой пластины при внецентренном положении штампа.	2	10-11	4	0	0	
5.	Тема 5. Контактные задачи для пластин и оболочек с учетом абразивного изнашивания.	2	12-17	2	6	0	устный опрос
6.	Тема 6. Модель тела с трещинами.	3	1	2	0	0	устный опрос
7.	Тема 7. Критерии разрушения. Концепция Гриффитса - Орована - Ирвина.	3	2	2	0	0	устный опрос
8.	Тема 8. Расчет и измерение коэффициентов интенсивности напряжений. Тарировочные коэффициенты. Экспериментальные методы.	3	3	1	4	0	
9.	Тема 9. Нелинейная механика разрушения. δk -модель. Инвариантные интегралы Г.П. Черепанова и Дж.Р. Райса.	3	3	1	2	0	
10.	Тема 10. Примеры инженерного расчета задач механики разрушения.	3	4	1	2	0	контрольная работа домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
11.	Тема 11. Замедленное разрушение. Рост усталостных трещин. Кривая Вёлера. Формула Париса. Разрушение при малоцикловой усталости. Связь R-кривой с докритической диаграммой разрушения. Алгоритм и примеры инженерного расчета элементов конструкций на усталостную долговечность	3	4	1	2	0	
12.	Тема 12. Механика коррозионного разрушения. Кинетическая диаграмма разрушения, ее основные типы. Водородное охрупчивание, роль кислорода. Кинетика роста трещин в полимерных материалах. Критерий Леонова - Панасюка.	3	5	1	0	0	
13.	Тема 13. Динамическая механика разрушения. Динамические модификации критериев разрушения. Критерии старта, остановки и распространения трещины. Ветвление трещин.	3	5	1	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
14.	Тема 14. Температурные задачи механики разрушения. Влияние температурных полей на поведение трещин. Температурное поле в окрестности вершины движущейся трещины. Тепловой удар по телу с трещиной.	3	6	1	0	0	
15.	Тема 15. Как остановить трещину. Конструктивные ?ловушки?. Ремонтные заплаты. Разгружающие отверстия. Предварительное нагружение сжимающими напряжениями. Торможение трещины на границе раздела сред. Использование механики разрушения "в мирных целях".	3	6	1	0	0	
16.	Тема 16. Семинарские занятия по современным результатам в области механики разрушения (журнальные статьи за последние 2-3 года, найденные студентами самостоятельно)	3	7-16	0	8	0	презентация
	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	экзамен
	Итого			26	36	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Контактные задачи теории упругости. Введение. Что такое контактные задачи. Классификация задач теории упругости. Понятие о Φ -функции и ее свойствах. Функции Грина. Приведение смешанной краевой задачи к системе интегральных уравнений. Плоская контактная задача. Многочлены Чебышева. Решение плоской контактной задачи. Общий случай решения основного интегрального уравнения плоской контактной задачи. Пространственная осесимметричная контактная задача. Полиномы Лежандра. Решение пространственной контактной задачи.

лекционное занятие (5 часа(ов)):

Что такое контактные задачи. Классификация задач теории упругости. Понятие о \square -функции и ее свойствах. Функции Грина. Приведение смешанной краевой задачи к системе интегральных уравнений. Плоская контактная задача. Многочлены Чебышева. Решение плоской контактной задачи. Общий случай решения основного интегрального уравнения плоской контактной задачи. Пространственная осесимметричная контактная задача. Полиномы Лежандра. Решение пространственной контактной задачи.

практическое занятие (5 часа(ов)):

Понятие о \square -функции и ее свойствах. Функции Грина. Приведение смешанной краевой задачи к системе интегральных уравнений. Плоская контактная задача. Многочлены Чебышева. Решение плоской контактной задачи. Общий случай решения основного интегрального уравнения плоской контактной задачи. Пространственная осесимметричная контактная задача. Полиномы Лежандра. Решение пространственной контактной задачи.

Тема 2. Контактные задачи теории пластин. Особенности постановки контактных задач теории пластин и оболочек.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Контактные задачи теории пластин. Особенности постановки контактных задач теории пластин и оболочек. Одномерные контактные задачи для тонкостенных элементов. Метод решения. Контактная задача взаимодействия криволинейного штампа с пластиной. Действие плоского штампа на пластинку. Решение задачи методом сопряжения областей. Решение задачи для плоского штампа с помощью интегральных уравнений. Цилиндрический изгиб пластины при одностороннем контакте с жестким штампом.

практическое занятие (5 часа(ов)):

Одномерные контактные задачи для тонкостенных элементов. Метод решения. Контактная задача взаимодействия криволинейного штампа с пластиной. Действие плоского штампа на пластинку. Решение задачи методом сопряжения областей. Решение задачи для плоского штампа с помощью интегральных уравнений. Цилиндрический изгиб пластины при одностороннем контакте с жестким штампом.

Тема 3. Контактные задачи теории оболочек. Контактная задача взаимодействия бесконечно длинной цилиндрической оболочки с жестким бандажом. Сжатие цилиндрической оболочки двумя жесткими штампами.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Контактные задачи теории оболочек. Контактная задача взаимодействия бесконечно длинной цилиндрической оболочки с жестким бандажом. Сжатие цилиндрической оболочки двумя жесткими штампами.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Контактная задача взаимодействия бесконечно длинной цилиндрической оболочки с жестким бандажом. Сжатие цилиндрической оболочки двумя жесткими штампами.

Тема 4. Двумерные контактные задачи теории пластин. Построение функции влияния для неосесимметричной деформации круглой пластины. Контактная задача для круглой пластины при внецентренном положении штампа.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Двумерные контактные задачи теории пластин. Построение функции влияния для неосесимметричной деформации круглой пластины. Контактная задача для круглой пластины при внецентренном положении штампа.

Тема 5. Контактные задачи для пластин и оболочек с учетом абразивного изнашивания.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Контактные задачи для пластин и оболочек с учетом абразивного изнашивания. Износ пластины в условиях цилиндрического изгиба. Разложение решения в степенной ряд. Износ пластины в условиях цилиндрического изгиба. Применение преобразования Лапласа.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Осесимметричный износ круглой пластины, лежащей на упругом основании.
Неосесимметричный износ круглой пластины при внецентренном положении штампа.
Односторонний контакт прямоугольной пластины с жестким штампом при наличии износа.
Износ цилиндрической оболочки, взаимодействующей с жесткой втулкой.

Тема 6. Модель тела с трещинами.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Введение. Что такое прочность и разрушение. Примеры катастрофических разрушений. Прочность и сопротивление разрушению - от интуитивных представлений к научным. Модель тела с трещинами. Принцип микроскопа. Усталостное разрушение. Ползучесть. Концентраторы напряжений. Эксперименты на "идеальных" материалах. А.А. Гриффитс. Дж. Ирвин.

Тема 7. Критерии разрушения. Концепция Гриффитса - Орована - Ирвина.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Поля напряжений и смещений в окрестности края трещины в упругом теле. Виды трещин. Идеи Гриффитса. Критерии разрушения. Концепция Гриффитса - Орована - Ирвина.

Тема 8. Расчет и измерение коэффициентов интенсивности напряжений. Тарировочные коэффициенты. Экспериментальные методы.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Расчет и измерение коэффициентов интенсивности напряжений. Тарировочные коэффициенты. Экспериментальные методы.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Расчёт трещиностойкости деталей конструкций с использованием К-тарировки.

Тема 9. Нелинейная механика разрушения. δ к-модель. Инвариантные интегралы Г.П. Черепанова и Дж.Р. Райса.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Нелинейная механика разрушения. δ к-модель. Инвариантные интегралы Г.П. Черепанова и Дж.Р. Райса.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Расчёт трещиностойкости деталей конструкций с использованием δ к-модели.

Тема 10. Примеры инженерного расчета задач механики разрушения.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Методика и техника инженерного расчета задач механики разрушения.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Расчёт трещиностойкости деталей конструкций с использованием инженерных методик.

Тема 11. Замедленное разрушение. Рост усталостных трещин. Кривая Вёлера. Формула Париса. Разрушение при малоцикловой усталости. Связь R-кривой с докритической диаграммой разрушения. Алгоритм и примеры инженерного расчета элементов конструкций на усталостную долговечность

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Замедленное разрушение. Рост усталостных трещин. Кривая Вёлера. Формула Париса. Разрушение при малоцикловой усталости. Связь R-кривой с докритической диаграммой разрушения. Алгоритм и примеры инженерного расчета элементов конструкций на усталостную долговечность

практическое занятие (2 часа(ов)):

Расчёт усталостной долговечности деталей конструкций.

Тема 12. Механика коррозионного разрушения. Кинетическая диаграмма разрушения, ее основные типы. Водородное охрупчивание, роль кислорода. Кинетика роста трещин в полимерных материалах. Критерий Леонова - Панасюка.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Механика коррозионного разрушения. Кинетическая диаграмма разрушения, ее основные типы. Водородное охрупчивание, роль кислорода. Кинетика роста трещин в полимерных материалах. Критерий Леонова - Панасюка.

Тема 13. Динамическая механика разрушения. Динамические модификации критериев разрушения. Критерии старта, остановки и распространения трещины. Ветвление трещин.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Динамическая механика разрушения. Динамические модификации критериев разрушения. Критерии старта, остановки и распространения трещины. Ветвление трещин.

Тема 14. Температурные задачи механики разрушения. Влияние температурных полей на поведение трещин. Температурное поле в окрестности вершины движущейся трещины. Тепловой удар по телу с трещиной.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Температурные задачи механики разрушения. Влияние температурных полей на поведение трещин. Температурное поле в окрестности вершины движущейся трещины. Тепловой удар по телу с трещиной.

Тема 15. Как остановить трещину. Конструктивные ?ловушки?. Ремонтные заплаты. Разгружающие отверстия. Предварительное нагружение сжимающими напряжениями. Торможение трещины на границе раздела сред. Использование механики разрушения "в мирных целях".

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Как остановить трещину. Конструктивные ?ловушки?. Ремонтные заплаты. Разгружающие отверстия. Предварительное нагружение сжимающими напряжениями. Торможение трещины на границе раздела сред. Использование механики разрушения "в мирных целях".

Тема 16. Семинарские занятия по современным результатам в области механики разрушения (журнальные статьи за последние 2-3 года, найденные студентами самостоятельно)

практическое занятие (8 часа(ов)):

Поиск статей по механике разрушения, подготовка доклада и презентации, выступление на семинаре

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Контактные задачи теории пластин. Особенности постановки контактных задач теории пластин и оболочек.	2	6-8	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос
5.	Тема 5. Контактные задачи для пластин и оболочек с учетом абразивного изнашивания.	2	12-17	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
6.	Тема 6. Модель тела с трещинами.	3	1	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
7.	Тема 7. Критерии разрушения. Концепция Гриффитса - Орована - Ирвина.	3	2	подготовка к устному опросу	2	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
10.	Тема 10. Примеры инженерного расчета задач механики разрушения.	3	4	подготовка домашнего задания	6	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа
16.	Тема 16. Семинарские занятия по современным результатам в области механики разрушения (журнальные статьи за последние 2-3 года, найденные студентами самостоятельно)	3	7-16	подготовка к презентации	22	презентация
Итого					46	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Активные и интерактивные формы, лекции, семинары, коллоквиумы, работа на компьютере, зачеты и экзамены.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Контактные задачи теории упругости. Введение. Что такое контактные задачи. Классификация задач теории упругости. Понятие о σ -функции и ее свойствах. Функции Грина. Приведение смешанной краевой задачи к системе интегральных уравнений. Плоская контактная задача. Многочлены Чебышева. Решение плоской контактной задачи. Общий случай решения основного интегрального уравнения плоской контактной задачи. Пространственная осесимметричная контактная задача. Полиномы Лежандра. Решение пространственной контактной задачи.

Тема 2. Контактные задачи теории пластин. Особенности постановки контактных задач теории пластин и оболочек.

домашнее задание , примерные вопросы:

Решение задачи о контакте пластины с плоским штампом

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Решение уравнения равновесия пластины при специальной правой части. 2 Равновесие пластины под действием единичной силы. 3. Функция прогиба пластины при единичном воздействии. 4. Функция влияния в одномерном случае изгиба. 5. Функция Грина при цилиндрическом изгибе пластины. 6. Прогиб бесконечно длинной в направлении оси x пластины под действием сосредоточенной силы. 7. Прогиб пластины при цилиндрическом изгибе . 8. Построение решения краевой задачи для пластины, находящейся под действием единичной силы. 9. Функция Грина при одномерной деформации прямоугольной пластины. 10. Построение функции влияния для бесконечно длинной прямоугольной пластины.

устный опрос , примерные вопросы:

Особенности постановки контактных задач теории пластин и оболочек. Одномерные контактные задачи для тонкостенных элементов.

Тема 3. Контактные задачи теории оболочек. Контактная задача взаимодействия бесконечно длинной цилиндрической оболочки с жестким бандажом. Сжатие цилиндрической оболочки двумя жесткими штампами.

Тема 4. Двумерные контактные задачи теории пластин. Построение функции влияния для неосесимметричной деформации круглой пластины. Контактная задача для круглой пластины при внецентренном положении штампа.

Тема 5. Контактные задачи для пластин и оболочек с учетом абразивного изнашивания.
устный опрос , примерные вопросы:

Постановка и методы решения контактных задач для пластин и оболочек с учетом абразивного изнашивания.

Тема 6. Модель тела с трещинами.

устный опрос , примерные вопросы:

Модель тела с трещинами. Принцип микроскопа. Усталостное разрушение.

Ползучесть. Концентраторы напряжений. Эксперименты на "идеальных" материалах. А.А. Гриффитс. Дж. Ирвин.

Тема 7. Критерии разрушения. Концепция Гриффитса - Орована - Ирвина.

устный опрос , примерные вопросы:

Виды трещин. Идеи Гриффитса. Критерии разрушения. Концепция Гриффитса - Орована - Ирвина.

Тема 8. Расчет и измерение коэффициентов интенсивности напряжений. Тарировочные коэффициенты. Экспериментальные методы.

Тема 9. Нелинейная механика разрушения. δK -модель. Инвариантные интегралы Г.П. Черепанова и Дж.Р. Райса.

Тема 10. Примеры инженерного расчета задач механики разрушения.

домашнее задание , примерные вопросы:

Решение задачи механики разрушения с использованием K-тарировки

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Инженерный расчёт пластины с центральной трещиной. 2. Инженерный расчёт пластины с краевой трещиной. 3. Инженерный расчёт пластины с поверхностной трещиной. 4. Инженерный расчёт пластины с двусторонней трещиной. 5. Инженерный расчёт пластины со сквозной трещиной. 6. Инженерный расчёт оболочки с центральной трещиной. 7. Инженерный расчёт оболочки с краевой трещиной. 8. Инженерный расчёт оболочки со сквозной трещиной. 9. Инженерный расчёт оболочки с двусторонней трещиной. 10. Инженерный расчёт оболочки с поверхностной трещиной.

Тема 11. Замедленное разрушение. Рост усталостных трещин. Кривая Вёлера. Формула Париса. Разрушение при малоциклового усталости. Связь R-кривой с докритической диаграммой разрушения. Алгоритм и примеры инженерного расчета элементов конструкций на усталостную долговечность

Тема 12. Механика коррозионного разрушения. Кинетическая диаграмма разрушения, ее основные типы. Водородное охрупчивание, роль кислорода. Кинетика роста трещин в полимерных материалах. Критерий Леонова - Панасюка.

Тема 13. Динамическая механика разрушения. Динамические модификации критериев разрушения. Критерии старта, остановки и распространения трещины. Ветвление трещин.

Тема 14. Температурные задачи механики разрушения. Влияние температурных полей на поведение трещин. Температурное поле в окрестности вершины движущейся трещины. Тепловой удар по телу с трещиной.

Тема 15. Как остановить трещину. Конструктивные ?ловушки?. Ремонтные заплаты. Разгружающие отверстия. Предварительное нагружение сжимающими напряжениями. Торможение трещины на границе раздела сред. Использование механики разрушения "в мирных целях".

Тема 16. Семинарские занятия по современным результатам в области механики разрушения (журнальные статьи за последние 2-3 года, найденные студентами самостоятельно)

презентация , примерные вопросы:

Подготовить презентацию и сделать доклад по современным результатам механики разрушения (журнальные статьи за последние 2-3 года, найденные студентами самостоятельно)

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

Экзамены оцениваются по системе: неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично. На семинарских занятиях контроль осуществляется при выступлении у доски.

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

Приведение смешанной краевой задачи к системе интегральных уравнений.

Плоская контактная задача. Решение плоской контактной задачи.

Общий случай решения основного интегрального уравнения плоской контактной задачи.

Пространственная осесимметричная контактная задача. Решение пространственной контактной задачи.

Особенности постановки контактных задач теории пластин и оболочек. Одномерные контактные задачи для тонкостенных элементов. Метод решения.

Контактная задача взаимодействия криволинейного штампа с пластиной.

Действие плоского штампа на пластинку. Решение задачи методом сопряжения областей.

Действие плоского штампа на пластинку. Решение с помощью интегральных уравнений.

Контактные напряжения в соединении пластин при сдвиге.

Контактная задача для круглой пластинки, стесненной жесткой плоскостью.

Цилиндрический изгиб пластины при одностороннем контакте с жестким штампом.

Контактная задача взаимодействия бесконечно длинной цилиндрической оболочки с жестким бандажом.

Сжатие цилиндрической оболочки двумя жесткими штампами.

Построение функции влияния для неосесимметричной деформации круглой пластины.

Контактная задача для круглой пластины при внецентренном положении штампа.

Износ пластины в условиях цилиндрического изгиба. Разложение решения в степенной ряд.

Износ пластины в условиях цилиндрического изгиба. Применение преобразования Лапласа.

Осесимметричный износ круглой пластины, лежащей на упругом основании.

Неосесимметричный износ круглой пластины при внецентренном положении штампа.

Односторонний контакт прямоугольной пластины с жестким штампом при наличии износа.

Износ цилиндрической оболочки, взаимодействующей с жесткой втулкой.

Концентраторы напряжений. Эксперименты на "идеальных" материалах.

Модель тела с трещинами. Принцип микроскопа.

Виды трещин.

Критерии разрушения. Концепция Гриффитса - Орована - Ирвина.

Расчет и измерение коэффициентов интенсивности напряжений.

Тарировочные коэффициенты.

Экспериментальные методы определения коэффициентов интенсивности напряжений.

Нелинейная механика разрушения. Дельта-к-модель.

Инвариантные интегралы Г.П. Черепанова и Дж.Р. Райса.

Замедленное разрушение. Рост усталостных трещин. Кривая Вёлера. Формула Париса.

Разрушение при малоцикловой усталости. Связь R-кривой с докритической диаграммой разрушения.

Механика коррозионного разрушения. Кинетическая диаграмма разрушения, ее основные типы.

Водородное охрупчивание, роль кислорода.

Кинетика роста трещин в полимерных материалах. Критерий Леонова - Панасюка.

Динамические модификации критериев разрушения. Критерии старта, остановки и распространения трещины. Ветвление трещин.

Температурные задачи механики разрушения. Влияние температурных полей на поведение трещин.

Температурное поле в окрестности вершины движущейся трещины.

Тепловой удар по телу с трещиной.

Как остановить трещину. Конструктивные "ловушки". Ремонтные заплатки.

Как остановить трещину. Разгружающие отверстия. Предварительное нагружение сжимающими напряжениями.

Торможение трещины на границе раздела сред.

7.1. Основная литература:

Сопrotивление материалов, Каюмов, Рашит Абдулхакович , 2010г.

Сопrotивление материалов , Одинокоев, Алексей Юрьевич;Паймушин, В. Н., 2010г.

Математические методы механики разрушения, Степанова, Лариса Валентиновна, 2009г.

Сопrotивление материалов, Мартышев, Вячеслав Петрович, 2010г.

Контактное взаимодействие пластин на упругом основании с жесткими телами, Егоров, Даниил Леонидович, 2011г.

Овчинников В. В. Металловедение: Учебник. - М.: ИД ФОРУМ: ИНФРА-М, 2011. - 320 с. <http://znanium.com/bookread.php?book=230730>

Варданян Г. С. Сопrotивление материалов с основами теории упругости и пластичности: Учеб. - М.: ИНФРА-М, 2011. - 638 с. <http://znanium.com/bookread.php?book=256769>

Стрижиус В.Е. Методы расчета усталостной долговечности элементов авиаконструкций: справочное пособие. М.: Машиностроение, 2012. - 272 с. <http://e.lanbook.com/view/book/5797/>

7.2. Дополнительная литература:

Механика сплошной среды, Нигматулин, Роберт Искандерович, 2014г.

Прикладная механика, Иосилевич, Геннадий Борисович;Строганов, Генрих Борисович;Маслов, Георгий Сергеевич, 2011г.

Механика сплошных сред. Теория упругости и пластичности, Журавков, Михаил Анатольевич;Старовойтов, Эдуард Иванович, 2011г.

Механика мелких трещин и надежность элементов трубопроводов, Хажинский, Григорий Моисеевич, 2007г.

Механика упругопластического разрушения, Партон, Владимир Залманович;Морозов, Евгений Михайлович, 2008г.

Артюхин Ю.П. Контактные задачи для упругих элементов конструкций. - Казань: КХТИ им. С.М.Кирова, 1988. - 76 с.

Галин Л.А. Контактные задачи теории упругости и вязкоупругости. - М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1980. - 303 с.

Григолюк Э.И., Толкачев В.М. Контактные задачи теории пластин и оболочек. - М.: Машиностроение, 1980. - 411 с.

Джонсон К. Механика контактного взаимодействия. - М.: Мир, 1989. - 509 с.

Партон В.З., Морозов Е.М. Механика упругопластического разрушения. - М.: Наука, 1985. - 504 с.

7.3. Интернет-ресурсы:

Библиотека Машиностроителя - <http://lib-bkm.ru/>

Библиотека строительства - <http://www.zodchii.ws/books/>

КнигаФонд - knigafund.ru

Либрус - <http://www.librus.ru/index.php>

Техническая литература - engenege.ru

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Механика контактного взаимодействия и разрушения" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебные аудитории для проведения лекционных и семинарских занятий, компьютерное и проекционное оборудование и соответствующее программное обеспечение.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 010800.68 "Механика и математическое моделирование" и магистерской программе Механика твердого деформируемого тела .

Автор(ы):

Кузнецов С.А. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Выборнов В.Г. _____

"__" _____ 201__ г.