

АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«Механика материалов»

Дисциплина «Механика материалов» является частью программы бакалавриата «Наноматериалы (общий профиль, СУОС)» по направлению «28.03.03 Наноматериалы».

Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины – дать студентам знания, умения и навыки в области теоретических и экспериментальных методов изучения упругих, пластических и вязкоупругих свойств материалов, в том числе наноматериалов, необходимые для последующего изучения специальных инженерных дисциплин; приобретений умений и навыков описания напряженно-деформированного состояния упругих тел, построения кинематических полей деформаций и напряжений при расчете конструкций; ознакомление с основными принципами механики деформирования структурно неоднородных и наноматериалов, изучение влияния поверхностей раздела, компонентов и технологических процессов на макроскопические свойства структурно-неоднородных и наноматериалов. Задачи дисциплины: - изучение основных закономерностей механического поведения упругих материалов при температурно-силовых воздействиях, изотропных и анизотропных материалов при возникновении пластических деформаций; изучение общих принципов анализа, напряженного состояния элементов конструкций; изучение основных принципов построения моделей методов проектирования физико-механических свойств структурно неоднородных и наноматериалов; - формирование умения устанавливать конкретный вид определяющих соотношений упругости для частных случаев свойств материалов; формирование умения учитывать структуру материала при прогнозировании эффективных свойств нанокompозитов; определения эффективных упругих и прочностных свойств структурно неоднородных и наноматериалов; - формирование навыков вычисления удлинений линейных элементов и углов между ними, а также других характеристик напряженно-деформированного состояния в точке (векторов напряжений, главных линейных деформаций, главных нормальных напряжений, инвариантов тензоров деформаций и напряжений); определения значений упругих констант материалов; формирование навыков решения краевых задач структурно-феноменологическим методом;

Изучаемые объекты дисциплины

- упругопластические свойства материалов; - параметры внутреннего состояния материалов; - математические модели упругого поведения материалов и тел; – вязкоупругие свойства полимерных материалов; – математические модели неупругого поведения материалов; - физико-механические свойства структурно неоднородных и наноматериалов; - макроскопические свойства структурно неоднородных и наноматериалов; - анизотропные и конструкционные свойства структурно неоднородных и нано-материалов; - краевые задачи; - модели прочности и разрушения..

Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах		
		Номер семестра		
		5	6	7
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	200	62	62	76
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:				
- лекции (Л)	82	22	24	36
- лабораторные работы (ЛР)				
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	108	36	36	36
- контроль самостоятельной работы (КСР)	10	4	2	4
- контрольная работа				
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	268	82	82	104
2. Промежуточная аттестация				
Экзамен	72	36	36	
Дифференцированный зачет	9			9
Зачет				
Курсовой проект (КП)				
Курсовая работа (КР)	36		18	18
Общая трудоемкость дисциплины	540	180	180	180

Краткое содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
5-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Часть 1. Теория упругости. Основные понятия и гипотезы упругости анизотропных материалов. Теория напряжений. Теория деформаций.	15	0	16	43
Введение. Основные определения и терминология, цель, задачи и основные разделы лекционного курса, другие формы занятий. История развития теории упругости. Математические основы МДТТ. Тензорный анализ: свободные индексы, скалярное произведение, операции дифференцирования, градиент. Метрика пространства и меры деформаций. Линейные элементы и углы между ними. Тензоры малых деформаций и малых вращений. Геометрические соотношения Коши. Основные уравнения теории деформаций. Уравнения совместности деформаций. Вычисление перемещений по заданному полю деформаций, формула Чезаро. Принцип напряжений. Вектор напряжений. Тензор напряжений. Вычисление векторов напряжений на произвольной площадке по заданному тензору напряжений. Уравнения равновесия. Уравнения равновесия в напряжениях. Условия равновесия в напряжениях на границе. Статически допустимые поля напряжений. Главные напряжения и главные направления. Разложение тензора напряжений на шаровую часть и девиатор.				
Теория определяющих соотношений. Обобщенный закон Гука. Краевые задачи упругости анизотропных материалов	7	0	20	39
Общие положения теории определяющих соотношений. Тензоры модулей упругости и упругих податливостей. Упругий потенциал. Физическая, технологическая и деформационная анизотропия упругих свойств. Обобщенный закон Гука. Упругие свойства конструкционных материалов и композитов. Частные случаи анизотропии упругих свойств. Технические постоянные упругости.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Энергетические принципы в теории упругости. Упругое поведение материалов. Энергия деформации и упругий потенциал. Термодинамические соотношения. Плоское деформированное и плоское напряженное состояния. Полная система уравнений упругости анизотропных материалов. Уравнения равновесия в напряжениях и перемещениях. Геометрические и определяющие соотношения. Типы граничных условий. Работа внешних сил. Типы краевых задач упругости анизотропных материалов. Краевые задачи упругости анизотропных материалов в перемещениях и напряжениях. Теорема Клапейрона. Теорема об единственности решения краевых задач упругости анизотропных материалов.				
ИТОГО по 5-му семестру	22	0	36	82
6-й семестр				
Часть 2. Теория пластичности и вязкоупругости. Пластичность анизотропных материалов.	12	0	20	42
Задачи теории пластичности. Диаграммы деформирования материалов. Обратимая и необратимая части деформаций, остаточные деформации и напряжения. Условные и истинные напряжения и деформации. Условный предел текучести. Эффект Баушингера. Условия начала пластического течения. Поверхности пластичности в пространстве напряжений. Условие Треска-Сен-Венана. Условия начала пластического течения. Поверхности пластичности в пространстве напряжений. Условие Хубера-Мизеса-Генки. Варианты условий пластичности для анизотропных тел. Диаграммы деформирования материалов, методы их построения и схематизация. Основные модели пластических сред. Девиаторы напряжений и деформаций. Интенсивности напряжений и деформаций. Гипотеза единой кривой. Теория малых				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
упругопластических деформаций А.А. Ильюшина. Гипотезы. Определяющие соотношения. Функция пластичности Ильюшина. Понятия простого и сложного нагружений. Теорема о простом нагружении. Теоремы теории малых упругопластических деформаций А.А. Ильюшина. Итерационные методы решения задач теории пластичности. Метод переменных параметров упругости. Метод дополнительных напряжений. Метод дополнительных деформаций. Деформационная теория пластичности анизотропных сред Б.Е. Победри. Варианты определяющих соотношений для трансверсально изотропных и ортотропных материалов. Функции пластичности и их аргументы.				
Вязкоупругость анизотропных материалов.	12	0	16	40
Свойство ползучести материалов. Расчет деформаций при ползучести. Свойство релаксации. Расчет напряжений при релаксации. Структурные модели вязкоупругого поведения материалов. Уравнение Кельвина. Влияние режимов нагружения на релаксационные процессы. Описание процессов ползучести при нагружении с различной скоростью. Влияние режимов нагружения на релаксационные процессы. Описание процессов релаксации при деформировании с различной скоростью. Деформирование вязкоупругих материалов при различных температурах. Температурно-временная аналогия. Экспериментальные исследования. Уравнения теории вязкоупругости анизотропных сред в условиях сложного напряженного состояния. Расчет зависимости напряжений от времени для различных многоэтапных режимов деформирования. Расчет зависимости деформаций от времени при экспериментальных исследованиях для различных многоэтапных режимов нагружения.				
ИТОГО по 6-му семестру	24	0	36	82

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
7-й семестр				
Структурно феноменологическая модель и основы теории прочности и разрушения композитов и нанокompозитов.	13	0	8	54
Структурно феноменологическая модель деформирования и разрушения композиционных материалов. Постановка краевой задачи теории упругости структурно неоднородной среды. Модель структурно неоднородной среды. Постановка краевой задачи теории упругости структурно неоднородной среды. Макроскопические модули упругости ком-позиционных материалов. Метод периодических составляющих. Метод локального приближения. Краевая задача механики деформирования и разрушения структурно неоднородных сред. Не-упругое деформирование композитов и процессы структурного разрушения. Феноменологические модели механики разрушения. Определяющие соотношения деформационной теории поврежденных сред. Современные модельные представления об особенностях разрушения композиционных и нано-структурных материалов. Механизмы и критерии разрушения композитов. Материальные функции деформационной теории поврежденных сред. Модели разрушения по совокупности критериев.				
Модели композиционных материалов и схемы расчетов.	16	0	20	36
Понятие о модели микронеоднородной среды. Микроскопические и макроскопические величины и их связь. Эффективные определяющие соотношения. Теория эффективного модуля. Подходы Фойгта и Рейса. Вилка Хашина – Штрикмана. Некоторые методы определения эффективных характеристик. Осреднение регулярных структур. Статическая задача теории упругости в				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
перемещениях и напряжениях. Задача для слоистых упругих композитов в перемещениях и напряжениях. Теория ну-левого приближения. Волокнистые упругие композиты. Однонаправленный волокнистый композит. Решение плоской и антиплоской задачи. Примеры модельных задач. Композит с продольно-поперечной укладкой.				
Часть 3. Механика структурно-неоднородных материалов. Общие сведения о структурно неоднородных наноматериалах и механике деформируемого твердого тела.	7	0	8	14
Основные определения. Определение и классификация компонентов композиционных материалов, наноструктурные компоненты. Классификация структурно неоднородных наноматериалов. Фазовая структура композитов и нанокомпозитов. Понятие и виды межфазного взаимодействия. Общие положения механики деформируемого твердого тела. Определяющие соотношения и постановка задачи деформирования упругого тела. Понятия вязкоупругости и упруго пластического тела.				
ИТОГО по 7-му семестру	36	0	36	104
ИТОГО по дисциплине	82	0	108	268