

АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«Механика композиционных материалов»

Дисциплина «Механика композиционных материалов» является частью программы бакалавриата «Проектирование, производство и эксплуатация беспилотных летательных аппаратов из композиционных материалов» по направлению «22.03.01 Материаловедение и технологии материалов».

Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины: изучение основных физико-химических процессов при создании композиционных материалов, изучение влияния роста матриц, волокон, поверхностей раздела, технологических процессов на макроскопические свойства композитов, решение стандартных задач профессиональной деятельности в области теории упругости анизотропных материалов как части механики деформируемого твердого тела. Задачи учебной дисциплины: - изучение основных принципов построения моделей композитов; методов проектирования физико-механических свойств композиционных материалов; - изучение основных закономерностей механического поведения упругих анизотропных материалов при температурно-силовых воздействиях, общих принципов построения моделей механики материалов и постановок краевых задач для трехмерных тел из упругих анизотропных материалов; - формирование умения применять теорию малых деформаций и теорию напряжений Коши для описания напряженно-деформированного состояния упругих тел, определять технические постоянные упругости анизотропных материалов по результатам установочных экспериментов на образцах, устанавливать конкретный вид определяющих соотношений упругости для частных случаев анизотропии свойств материалов, делать постановки краевых задач упругости анизотропных материалов с граничными условиями основных типов; - формирование умения учитывать структуру материала при прогнозировании эффективных свойств композитов; определения эффективных упругих и прочностных свойств композиционных материалов; - формирование навыков решения краевых задач структурно-феноменологическим методом; учета быстроосциллирующих моментных функций высших порядков при моделировании структуры композита; - формирование навыков вычислений 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 анизотропных материалов; построения кинематических допустимых полей деформаций и статически допустимых полей напряжений..

Изучаемые объекты дисциплины

Объекты учебной дисциплины - упругие свойства материалов; - параметры внутреннего состояния анизотропных материалов; - математические модели упругого поведения анизотропных материалов и тел; - физико-механические свойства композиционных материалов; - физико-химические свойства композиционных материалов; - макроскопические свойства композиционных материалов; - анизотропные свойства композиционных материалов; - функции осреднения; - краевые задачи..

Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах				
		Номер семестра				
		5	6			
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	114	72	42			
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:						
- лекции (Л)				50	36	14
- лабораторные работы (ЛР)						
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)				60	34	26
- контроль самостоятельной работы (КСР)				4	2	2
- контрольная работа						
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	174	108	66			
2. Промежуточная аттестация						
Экзамен	36		36			
Дифференцированный зачет						
Зачет	9	9				
Курсовой проект (КП)						
Курсовая работа (КР)	18		18			
Общая трудоемкость дисциплины	324	180	144			

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	
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
Краевые задачи упругости анизотропных материалов	4	0	4	10
Тема 8. Полная система уравнений упругости анизотропных материалов. Уравнения равновесия в напряжениях и перемещениях. Геометрические и определяющие соотношения. Типы граничных условий. Тема 9. 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.				
Основные понятия физико-химии и механики композитов	4	0	4	10
Тема 10. Основные определения. Определение композиционного материала. Объект исследования – конструкции из композиционного материала. Основная задача – прогнозирование физико-механических свойств композитов и расчет на жесткость конструкций. Понятие о конструировании композиционных материалов: варьируемые параметры структуры и свойств элементов структуры. Тема 11. Волокно и матрица. Роль волокон, матриц и поверхностей раздела в формировании деформационных и прочностных свойств композитов.				
Теория деформаций	6	0	4	12
Тема 1. Введение. Основные определения и терминология, цель, задачи и основные разделы лекционного курса, другие формы занятий. Тема 2. Метрика пространства и меры деформаций. Линейные элементы и углы между ними. Тензоры малых деформаций и малых вращений. Геометрические соотношения Коши. Тема 3. Основные уравнения теории деформаций. Уравнения совместности деформаций. Вычисление перемещений по заданному полю деформаций, формула Чезаро.				
Физико-химические процессы при создании	3	0	3	14

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
композиционных материалов				
Тема 16. Физико-химические процессы и явления при формировании композиционных материалов различных видов. Поверхностные и объемные эффекты. Тема 17. Виды межфазного взаимодействия. Типы связей между компонентами. Химические, фазовые и релаксационные превращения, смачивание, адгезия, адсорбция, капиллярные явления. Тема 18. Фазовая структура композитов. Аморфное состояние. Высокоэластичное состояние. Стеклообразное состояние. Вязкотекучее состояние. Кристаллическое состояние.				
Объемная схема расчета конструкций из композиционных материалов	4	0	4	10
Тема 22. Исходная информация. Характеристики структуры, задание деформационных и прочностных свойств элементов структуры, характеристики адгезионной связи, учет технологических параметров, описание геометрии конструкции и условий нагружения. Тема 23. Этапы решения задачи механики композитов. Прогнозирование макросвойств. Расчет макронапряжений и макродеформаций. Расчет микронапряжений и микродеформаций. Критерии прочности и трещиностойкости, определение микроповрежденности и параметров микроразрушения и оценка надежности конструкций.				
Обобщенный закон Гука	4	0	4	10
Тема 6. Общие положения теории определяющих соотношений. Тензоры модулей упругости и упругих податливостей. Упругий потенциал. Физическая, технологическая и деформационная анизотропия упругих свойств. Обобщенный закон Гука. Тема 7. Упругие свойства конструкционных материалов и композитов. Частные случаи анизотропии упругих свойств. Технические постоянные упругости. Соотношения термоупругости анизотропных материалов.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Классификация, номенклатура и свойства композиционных материалов	4	0	4	18
Тема 12. Классификация и номенклатура композиционных материалов. Тема 13. Физико-механические свойства волокон. Удельные упругие и прочностные характеристики. Тема 14. Физико-механические свойства матриц. Тема 15. Физико-механические свойства однонаправленных волокнистых композитов. Удельные упругие и прочностные характеристики.				
Теория напряжений	4	0	4	10
Тема 4. Принцип напряжений. Вектор напряжений. Тензор напряжений. Вычисление векторов напряжений на произвольной площадке по заданному тензору напряжений. Тема 5. Уравнения равновесия. Уравнения равновесия в напряжениях. Условия равновесия в напряжениях на границе. Статически допустимые поля напряжений. Главные напряжения и главные направления.				
Принципы построения моделей композиционных материалов	3	0	3	14
Тема 19. Основные принципы построения моделей композиционных материалов. Понятие о модели микронеоднородной среды. Микроскопические и макроскопические величины. Их связь. Тема 20. Модель Фойгта для расчета эффективных модулей упругости периодической и стохастической структуры. Модель Рейсса для расчета эффективных модулей упругости периодической и стохастической структуры. Вилки Фойгта-Рейса, Хашина-Штрикмана. Тема 21. Постановка краевой задачи механики композитов с периодической и стохастической структурой. Классификация краевых задач микромеханики композитов.				
ИТОГО по 5-му семестру	36	0	34	108
6-й семестр				
Расчет эффективных модулей упругости	4	0	6	15

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Тема 30. Вычисление эффективных модулей упругости в корреляционном приближении. Тема 31. Расчет эффективных модулей упругости квазиизотропных композитов методом периодических составляющих. Тема 32. Расчет эффективных модулей упругости однонаправленных волокнистых композитов методом периодических составляющих.				
Упругопластические композиты	1	0	2	6
Тема 35. Упругопластические композиты. Упругопластическая модель среды. Физические уравнения упругопластической однородной фазы: изотропный и анизотропный случай. Физические уравнения упругопластических композитов. Прогнозирование макросвойств упругопластических композитов.				
Вязкоупругие композиты	1	0	2	4
Тема 36. Вязкоупругие композиты. Вязкоупругая модель среды. Физические уравнения вязкоупругой однородной среды: изотропный и анизотропный случай. Физические уравнения вязкоупругих композитов. Прогнозирование макросвойств вязкоупругих композитов.				
Понятие о моментальных функциях. Построение функционала краевой задачи	2	0	4	10
Тема 24. Моментные функции различных порядков. Понятие о моментных функциях различных порядков для описания структуры разупорядоченных композитов. Понятия макрооднородности и квазиизотропности микронеоднородной среды. Тема 25. Традиционный метод решения краевой задачи. Традиционный метод решения краевой задачи для квазиизотропной среды, когда средой сравнения является среда с однородными свойствами. Построение функционала краевой задачи.				
Прогнозирование макроскопических упругих свойств композиционных материалов	2	0	4	10
Тема 33. Прогнозирование макроскопических упругих свойств слоистых композитов. Упругие свойства трансверсально-				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
изотропной среды. Модели и методы приближенного вычисления макросвойств слоистых композитов. Точное решение для упругих модулей слоистых композитов. Примеры решения задачи. Расчет эффективных модулей упругости квазиизотропных композитов методом периодических составляющих. Тема 34. Прогнозирование макроскопических упругих свойств перекрестно и объемно-армированных композитов. Понятие элементарного слоя. Упругие свойства ортотропной среды. Прогнозирование свойств перекрестно-армированных композитов: подходы, модели, приближения. Прогнозирование свойств объемно-армированных композитов на основе свойств однонаправленных композитов. Примеры решения.				
Принцип локальности в механике композитов. Метод периодических составляющих	3	0	6	15
Тема 27. Принцип локальности в механике композитов. Тема 28. Метод локального приближения. Тема 29. Метод периодических составляющих.				
Расчет структурных деформаций и напряжений	1	0	2	6
Тема 26. Расчет структурных деформаций и напряжений в квазиизотропных композитах				
ИТОГО по 6-му семестру	14	0	26	66
ИТОГО по дисциплине	50	0	60	174