



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

«СОГЛАСОВАНО».

Руководитель ОП

Механика деформируемого твердого тела

(название образовательной программы)

 О.Н. Любимова

(подпись) (Ф.И.О)

«14» января 2015 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой

механики и математического моделирования

(название кафедры)

 А.А. Бочарова

(подпись) (Ф.И.О)

«15» января 2015 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (РПУД)
МЕХАНИКА КОМПОЗИТОВ

Направление подготовки – 01.06.01, Математика и механика
Профиль - Механика деформируемого твердого тела

Образовательная программа «Механика деформируемого твердого тела»
Форма подготовки очная

Инженерная школа
Кафедра механики и математического моделирования
курс 2 семестр 4
лекции 18 час. / 0.5 з.е.
практические занятия 18 час. / 0.5 з.е.
лабораторные работы 0 час. / 0 з.е.
всего часов аудиторной нагрузки 36 (час.) / 1 з.е.
самостоятельная работа 72 (час.) / 2 з.е.
контрольные работы (0)
курсовая работа / курсовой проект - семестр
зачет 4 семестр
экзамен - семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 № 866

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры механики и математического моделирования, протокол № 5 от «12» января 2015 г.

Заведующий кафедрой: А.А. Бочарова

Составитель: д-р. техн. наук, профессор, профессор кафедры механики и математического моделирования И.С. Лукьянов

Оборотная сторона титульного листа программы

I. Рабочая программа дисциплины пересмотрена на заседании кафедры:

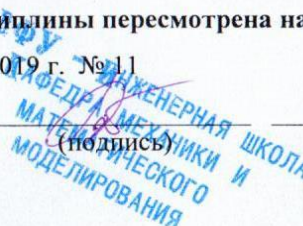
Протокол от «24» июня 2019 г. №11

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

Богачев АА

(И.О. Фамилия)



II. Рабочая программа дисциплины пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Механика композитов» предназначена для аспирантов, обучающихся по образовательной программе «Механика деформируемого твердого тела» и входит в вариативную часть учебного плана.

При разработке рабочей программы учебной дисциплины использованы Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика, учебный план подготовки аспирантов по профилю «Механика деформируемого твердого тела»

Цель - формирование общекультурных и профессиональных компетенций, определяющих готовность и способность специалиста к использованию знаний в области современных композитных материалов при решении практических задач в рамках производственно-технологической, проектно-изыскательской и научно-исследовательской профессиональной деятельности. Знакомство с классами перспективных материалов и физическими явлениями в них.

Задачи:

1. Развитие представлений о многообразии композитных материалов, их свойствах и областях применения.
2. Изучение способов моделирования структуры композитных материалов.
3. Формирование умения определять механические характеристики композитных материалов в зависимости от свойств компонентов.
4. Формирование научного подхода к анализу механизмов создания композитных материалов с заданными свойствами .

Интерактивные формы обучения составляют 12 часов и включают в себя 6 часа лекционных занятий (проблемная лекция), 6 часов практических занятий (обсуждение доклада).

Компетенции выпускника, формируемые в результате изучения дисциплины

Общепрофессиональные компетенции:

ОПК - 1 Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;

Профессиональные компетенции:

ПК-1 самостоятельно выполнять научные исследования в области механики деформируемого твердого тела, используя соответствующий физико-математический аппарат, вычислительные методы и компьютерные технологии, с целью установление законов деформирования, повреждения и разрушения материалов; выявлять новые связи между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения

ПК - 3 овладевать новыми современными методами и средствами проведения экспериментальных исследований по исследованию процессов деформирования, повреждения и разрушения материалов, в том числе объектов, испытывающих фазовые структурные превращения при внешних воздействиях; планировать, проведение и интерпретировать экспериментальные данные по изучению деформирования, повреждения и разрушения материалов; обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов

Требования к уровню усвоения содержания дисциплины.

Аспиранты должны приобрести следующие знания и умения:

знать:

- методы реализации научно-исследовательской деятельности в области математики и механики, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач с использованием информационно-коммуникационных технологий

- научные основы и закономерности механических явлений, применяемые для изучения законов деформирования, повреждения и разрушения материалов, выявления новых связей между структурой материалов.

- современные методы экспериментальной механики деформируемого твердого тела, методы планирования экспериментов и обработки экспериментальных данных

уметь:

- планировать и осуществлять научно-исследовательскую деятельность с применением современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий

- использовать базовый физико-математический аппарат, вычислительные методы и методы компьютерного моделирования для выявления новых связей между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения.

- использовать экспериментальные методы исследований процессов деформирования, повреждения и разрушения материалов, в том числе объектов, испытывающих фазовые структурные превращения при внешних воздействиях.

владеть:

- навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации; выбора методов и средств решения задач исследования, навыками работы с вычислительной техникой

- современными методами и технологиями вычислительной математики и механики, компьютерными технологиями, применяемыми в области механики деформируемого твердого тела

- современными методами экспериментальных исследований в области механики деформируемого твердого тела, методами обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

МОДУЛЬ 1. Место и роль конструкций из композитных материалов в промышленности и технике. Основные конструкционные материалы. (10 часов)

Раздел I. Конструкционные материалы. Их классификация и области применения. 2 час.)

Тема 1. Определение конструкционных материалов.

Классификация конструкционных материалов. (1 час.)

Определение конструкционных материалов. Отличие конструкционных материалов от других видов материалов. Требования к конструкционным материалам: конструкционная прочность, надежность, долговечность, трещиностойкость. Классификация конструкционных материалов по природе материала и по технологическому исполнению. Полимерные, металлические, керамические и углеродные конструкционные материалы.

Тема 2. Конструкционные металлические и неметаллические материалы (1 час.)

Значение металлических конструкционных материалов. Области применения. Классификация металлических конструкционных материалов: по химическому составу, по технологии изготовления, по эксплуатационным свойствам. Особенности кристаллического строения металлических конструкционных материалов: микроскопическая структура, макроструктура, поликристаллическая структура, монокристаллическая структура. Кристаллические решетки: основные типы, их несовершенства. Роль полимерных, керамических, углеродных и композиционных материалов в технике и промышленности. Полимерные материалы, общие свойства, классификация. Керамические и углеродные материалы, классификация, свойства, сферы применения. Композиционные материалы. Классификация, свойства, области применения.

Раздел II. Технологии производства конструкционных материалов.

(2 час.)

Тема 1. Технологии производства конструкционных материалов (проблемная лекция) (2 час.)

Металлургическая промышленность: черная металлургия, цветная металлургия. Стали. Классификация сталей по структуре: аустенит, феррит, мартенсит, бейнит, перлит. Классификация сталей по назначению: конструкционные(углеродистые и легированные), инструментальные. Классификация по качеству: обыкновенные, качественные, высококачественные, особо высококачественные. Выплавка стали: кислородно-конверторный процесс, мартеновский процесс, электросталеплавильный процесс. Получение керамики. Спекание. Спекание без приложения давления, горячее прессование и спекание под давлением, горячее изостатическое прессование, СВС-консолидация, взрывное прессование. Получение полимеров (пластмассы, термопласты, терморезистивные полимеры). Поликонденсация, полимеризация. Получение углеграфитовых материалов, углерод-углеродных материалов. Карбонизация. Получение аморфных материалов (метглассы, металлические стекла, аморфные магнетики).

Раздел III. Способы обработки конструкционных материалов.(4 час.)

Тема 1. Литье (1 час.)

Литейное производство. Процесс литья. Показатели литейных свойств: жидкотекучесть, ликвация, усадка, трещинообразование, поглощение газов. Литейные сплавы: сталь, алюминиевые литейные сплавы, титановые литейные сплавы, неметаллические соединения. Способы получения отливок: Формы. Работа с ними. Литье в песчано-глинистые формы. Специальные методы литья: кокильное литье, разовые модели.

Тема 2. Обработка материалов резанием и давлением (2 час.)

Резание материалов. Операции резания: точение, строгание, долбление, протягивание, развертывание, шлифовка, фрезерование. Станки металлорежущие. Их классификация: назначение, тип, степень точности, компоновка, масса, автоматизация. Типы: токарные, сверлильные, фрезерные. Назначение: универсальные, широкоуниверсальные, широкого назначения, специализированные, специальные. Компоновка: горизонтальные, вертикальные. Степень точности: нормальная, повышенная, высокая, особо высокая, особо точная. Автоматизация: ручное управление, полуавтомат, автомат, программное управление. Классификация по виду относительного движения: установочное, движение резания, вспомогательное. Обработка давлением. Способы обработки материалов давлением: прокатка, ковка, объемная листовая штамповка, прессование, волочение. Процесс прокатки. Сортамент профилей: сортовой прокат (простая геометрическая форма, сложная геометрическая форма, общее назначение, специальное назначение, цветные металлы и их сплавы), листовой прокат (толстолистовой, тонколистовой, по назначению), трубный прокат (сварной, бесшовный), специальные виды проката (бандажи, пояса, кольца). Операцииковки: осадка, протяжка, прошивка, гибка, скручивание.

Тема 3 . Сварка материалов. (1 час)

Технологический процесс сварки. Свариваемость. Особенности структуры и свойств сварных соединений. Способы сварки: сварка плавлением, сварка с припоем, сварка давлением. Типы сварки плавлением: газовая сварка, электрическая дуговая сварка, ручная дуговая сварка, автоматическая дуговая сварка под флюсом, дуговая сварка в защитных газах (сварка в инертных газах, сварка в углекислом газе), плазменная сварка, электрошлаковая сварка. Сварка с предварительным подогревом: контактная сварка (стыковая, точечная, шовная), диффузионная сварка. Сварка без предварительного подогрева: сварка трением, сварка взрывом. Пайка.

МОДУЛЬ 2. Современные конструкционные композиционные материалы и наноматериалы. (8 час.)

Раздел I. Композиционные дисперсноупрочненные материалы на основе порошков. (2 час.)

Тема 1. Порошковая металлургия. Конструкционная керамика. Функциональная керамика (проблемная лекция) (2 час.)

Порошковая металлургия как отрасль технологии. Особенности и преимущества порошковой металлургии: изготовление материалов с заранее заданным составом, экономия расхода материалов и сокращение отходов, замена дефицитных металлов и сплавов с сохранением свойств изделия. Технологии формования: холодное прессование (одностороннее и двустороннее), горячее прессование, гидростатическое прессование, мундштучное прессование, прокатка. Спекание. Механическая обработка спеченных изделий. Определение керамики. Классы керамических изделий. Конструкционная и функциональная керамика. Оксидная керамика (силикаты и стеклокерамика). Оксидная белая, оксидно-карбидная черная, смешанная керамика. Безкислородная керамика (карбиды, нитраты, бориды). Тугоплавкие соединения, Двойные, тройные и другие сложные тугоплавкие соединения. Галогениды (фториды, йодиды, бориды, хлориды). Гидриды.

Классификация керамики по функциональному назначению. Промышленная и строительная керамика, высокотемпературная керамика, инструментальная керамика, ядерная керамика, химическая керамика, сенсорная керамика, биологическая керамика, оптическая керамика, проницаемая керамика, керамика для электротехники и электроники, магнитная керамика. Состав, форма, размеры и структура керамических изделий: содержание компонентов, содержание фазовых составляющих, структурные показатели, форма и размеры, технико-экономические показатели.

Раздел II. Наноматериалы (2 час.)

Тема 1. Определение наноматериалов. Типы наноматериалов. Применение нанотехнологий к конструкционным материалам (2 час)

Наноматериалы и нанотехнологии. Типы наноматериалов. Нанопористые структуры, наночастицы (полупроводниковые наноструктуры, приборы), магнитные наноструктуры (сверхплотная запись и хранение информации, супермагнетизм, квантовые компьютеры) молекулярные наноструктуры, наноструктурированные поверхности и пленки (искусственные одномерные кристаллы) нанокристаллы и нанокластеры. Структура наноматериалов. Наноккомпозиты. Наноккомпозиты в области конструкционных материалов. Изготовление наноструктурных керамических и композиционных изделий точной формы. Создание наноструктурных твердых сплавов для производства режущих инструментов с повышенной износостойкостью и ударной вязкостью. Создание наноструктурных защитных термо- и коррозионностойких покрытий. Углеродные нанотрубки. Графен.

Раздел III. Полимерные композитные материалы(2 час.).

Тема 1. Определение полимерного композита. Классификация композитов. Композитные материалы слоистой структуры (2 час.)Композит как неоднородная сплошная среда. Наполнитель, его роль в составном материале, виды наполнителя. Связующее, роль связующего, виды связующего. Граница раздела фаз. Принцип эквивалентной гомогенности, гипотеза континуума. Классификация композитов по типу связующего, по веществу наполнителя, по форме наполнителя, по ориентации наполнителя, по характеру расположения наполнителя в связующем. Теоретические исследования и экспериментальное изучение композитов. Слоистые композиты, их место в общей классификации композитов. Способы изготовления слоистых композитов: «мокрая» намотка и прессование. Свойства слоистых композитов. Зависимость свойств от укладки слоев. Изотропия и анизотропия слоистых композитов. Поведение слоистых сред под нагрузкой. Теоретическое исследование слоистых

композитов: классическая теория слоистых пластин, специфические эффекты неоднородности (кромочный эффект, цилиндрический изгиб). Практическое применение слоистых композитов: преимущества и недостатки.

Тема 2. Композитные материалы с армированной структурой. Практическое применение композитов в технике и промышленности. Перспективы развития конструкционных материалов. (проблемная лекция) (2 час.)

Определение армированного композита. Однонаправлено армированный композит. Типы арматуры. Способы изготовления армированных композитов. Неоднородность и стохастичность микроструктуры однонаправленно армированного материала. Теоретическое и экспериментальное исследование микроструктуры стохастического композита. Исследование поведения однонаправленных композитов под нагрузкой. Задача создания композита с заранее заданными свойствами. Практическое применение однонаправленных композитов.

Применение композитов в судостроении, автомобильной промышленности, строительстве, электротехнике, авиационной, космической технике. Преимущества использования композитных материалов. Перспективы развития современных конструкционных материалов.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (18 час.)

Занятие 1. Композиционные материалы, классификация, характеристика и свойства. (обсуждение доклада) (2 час.)

1. Ознакомление с композиционными материалами. Знание их характеристик и свойств.

2. Свойства композиционного материала. Естественные композиционные материалы. Нанокompозиты.

3. Определение показателей, на основе которых задаются фазовые соотношения композиционных материалов, сравнение их с традиционными конструкционными материалами.

Занятие 2. Металлические композиционные материалы (обсуждение доклада) (4 час.).

1. Классифицирование процессов получения и обработки металлических композиционных материалов.

2. Определение зависимости физических и механических свойств металлического композиционного материала с алюминиевой матрицей от наполнителя.

3. Определение свойства слоистых металлических композиционных материалов, их состава и структуры.

Занятие 3. Углерод-углеродные композиционные материалы (4 час.)

1. Описание основных характеристик, структуры углеродного волокна и его физико-механические свойства (в зависимости от типа волокна).

2. Определение схемы расположения волокон и их влияние на углерод-углеродный композиционный материал.

3. Определение принципиальных отличий в эксплуатационных характеристиках углерод-углеродных композиционных материалов отечественных и зарубежных аналогов.

4. Выводы о перспективах применения углерод-углеродных композиционных материалов.

Занятие 4. Керамические композиционные материалы (4 час.)

1. Ознакомление с основными характеристиками керамических композиционных материалов.

2. Определение влияние химического состава керамических композиционных материалов на их физико-механические свойства и структуру.

3. Определение эффекта трансформационного упрочнения и влияние термической обработки керамических композиционных материалов.

4. Определение влияния армирования волокнистых керамических композитов на их свойства, учитывая материал матрицы.

Занятие 5. Стеклометаллокомпозит – новый перспективный высокопрочный конструкционный композиционный материал (4 час.)

1. Ознакомление с основными характеристиками нового высокопрочного конструкционного материала – стеклометаллокомпозита.

2. Определение роли и влияния слоистой структуры стеклометаллокомпозита на его свойства как конструкционного композиционного материала.

3. Определение влияния химического состава стекла и металлического сплава на свойства стеклометаллокомпозита.

4. Установить влияние структуры стеклянного слоя на механические свойства стеклометаллокомпозита и преимущества применения алюминиевого сплава для его получения.

III. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

Вопросы к зачету

1. Предмет механики композитов. Основные понятия дисциплины.
2. Классификация композитов.
3. Постановка задач механики композитов.
4. Технические композитов.
5. Теории прочности в механике композитов.
6. Теории моделирования в механике композитов материалы, их структура и неоднородность.
7. Методы расчета упругих характеристик.
8. Упругопластическое поведение композитов.
9. Разрушение анизотропных сред.
10. Теория эффективных модулей в механике композитов.
11. Вычисление упругих модулей для слоистых композитов.
12. Практическое исследование композитов.
13. Теория анизотропных слоистых композитов.

14. Особенности вязкоупругого поведения композитов.
15. Статистические теории в механике композитов.
16. Колебания и волны в армированных композитах.
17. Основные задачи механики слоистых композитов.
18. Основные соотношения упругопластического поведения композитов.
19. Вязкоупругость в теории композитов.
20. Статистические модели композитов.
21. Принципы соответствия в вязкоупругом поведении композитов.
22. Критерии разрушения анизотропных тел.
23. Полидисперсная модель композита.
24. Постановка статистической задачи механики композитов.
25. Точные и приближенные методы вычисления эффективных упругих модулей композитов.
26. Основные соотношения статистической механики композитов.
27. Математическое и физическое определение эффективных модулей.
28. Источники нелинейности в механике композитов и ее проявление.
29. Регулярная структура композита.
30. Бесконечно малые плоские деформации композитов.

IV. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(печатные и электронные издания)

1. Пикуль В.В. Современные проблемы науки в области прикладной механики т. 1. Уч. для вузов. / В.В. Пикуль - Владивосток: ДВГТУ, 2005. - 523 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:395334&theme=FEFU>
2. Петроченков Р. Г. Композиты на минеральных заполнителях. Уч. пособие. / Р. Г. Петроченков - М: Московский государственный горный университет, 2005. - 331 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:394666&theme=FEFU>

3. Алимов Л.А. Строительные материалы. Учебник. / Л.А. Алимов – М: Академия, 2012. – 316 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:668236&theme=FEFU>

4. А.А.Смолькин Тестовые задания по материаловедению и технологии конструкционных материалов : учебное пособие для вузов / [А. А. Смолькин, А. И. Батышев, В. И. Безпалько и др.] ; под ред. А. А. Смолькина. М:Академия, 2011. –140 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:668983&theme=FEFU>

5. Н.Миллз. Конструкционные пластики : микроструктура, характеристики, применения : [учебно-справочное руководство] / Н. Миллс ; пер. с англ. С. В. Котомина. Долгопрудный: Интеллект, 2011. – 549 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:663898&theme=FEFU>

Дополнительная литература (печатные и электронные издания)

1. Капитонов, А. М. Физико-механические свойства композиционных материалов. Упругие свойства [Электронный ресурс] : монография / А. М. Капитонов, В. Е. Редькин. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. - 532 с.

<http://znanium.com/bookread.php?book=492077>

2. Адаскин А.М. материаловедение и технология материалов / А.М. Адаскин, В.М. Зуев. - М.: Форум, 2010. - 336 с.

<http://znanium.com/bookread.php?book=178874>

3. Мэтьюз Ф. Композитные материалы Учебник. / Ф. Мэтьюз - М: Техносфера, 2004. - 408 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:233453&theme=FEFU>

4. Зорин, В. А. Применение интеллектуальных материалов при производстве, диагностировании и ремонте машин [Электронный ресурс] :

монография / В. А. Зорин, Н. И. Баурова. - М.: МАДИ, 2011. - 173 с.
<http://znanium.com/bookread.php?book=462082>

5. Вереина Л.И. Металлообработка: справочник: Учебное пособие / Л.И. Вереина, М.М. Краснов, Е.И. Фрадкин; Под ред. Л.И. Вереиной. - М.: НИЦ Инфра-М, 2013. - 320 с. <http://znanium.com/bookread.php?book=363388>

6. Черный А.А. Композиционные материалы в технике и перспективы их получения при производстве отливок: Учебное пособие. / А.А. Черный, В.А. Черный. - Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2007. - 60 с.
<http://window.edu.ru/resource/993/53993>