

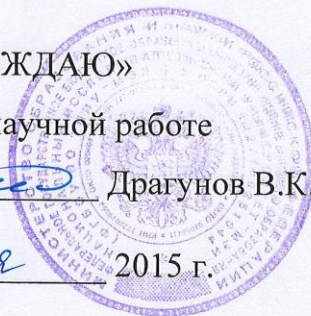
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе

Драгунов В.К.

« 16 » июня 2015 г.



Программа аспирантуры

Направление 01.06.01 Математика и механика

Направленность (специальность) 01.02.06 Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины по выбору

«Механика композиционных материалов»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.4.2

Всего: 108 часов

Семестр 7, в том числе	6 часов – контактная работа,
	84 часов – самостоятельная работа,
	18 часов – контроль

Программа составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 01.06.01 «Математика и механика», утвержденного приказом министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 № 866, и паспорта специальности 01.02.06 «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры» номенклатуры специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является изучение основных положений, моделей и методов механики композиционных материалов, необходимых для профессиональной деятельности.

Задачами дисциплины являются

- расчеты и проектирование новой техники из композиционных материалов, в том числе, предназначенной для работы в экстремальных условиях;
- экспериментальные исследования создаваемых образцов новой техники, приборов, машин, конструкций из композиционных материалов;
- создание и развитие аналитических и численных методов расчета новой техники, приборов, машин и конструкций из композиционных материалов;
- исследование надежности, ресурса и безопасности машин, конструкций и приборов из композиционных материалов;
- разработка математических моделей расчета конструкций из композиционных и перспективных материалов, находящихся в экстремальных условиях эксплуатации

В процессе освоения дисциплины формируются следующие **компетенции:**

- Способность выявлять сущность научно-технических проблем динамики, прочности, надежности и безопасности машин, устройств и конструкций и привлекать, модернизировать и

разрабатывать для их решения теоретические и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования (ПК-1);

- Способность самостоятельно осваивать и применять современные математические концепции и вычислительные методы, системы компьютерной математики, компьютерного проектирования и инжиниринга для эффективного решения проблем динамики, прочности, надежности и безопасности машин, устройств и конструкций (ПК-3);
- Готовность самостоятельно планировать и осуществлять прикладную научно-техническую деятельность в области динамики, прочности, надежности и безопасности машин, устройств и конструкций в интересах удовлетворения потребностей различных отраслей промышленности, топливно-энергетического комплекса, транспорта и строительства (ПК-4).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

знать:

- модели и уравнения состояния композиционных конструкционных систем в реальных условиях эксплуатации (ПК-3, ПК-4,);
- математическую постановку задач механики композиционных материалов с учетом анизотропии физических свойств компонент (ПК-1);
- методы оценки остаточного ресурса конструкций конструкций из композиционных материалов с технологическими и эксплуатационными дефектами (ПК-4);

уметь

- определять параметры НДС элементов конструкций из композиционных материалов с дефектами, и находящихся в реальных условиях эксплуатации (ПК-4);

владеть:

- методикой прикладных расчетов элементов конструкций из композиционных материалов, отраженных в нормативных документах (ПК-4);

- навыками создания математических и компьютерных моделей элементов конструкций из композиционных материалов с учетом реальных условий эксплуатации (ПК-3);
- опытом решения прикладных задач надежности и долговечности конструкций из композиционных (ПК-3).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

Введение (8 час.)

1. Введение в механику композиционных материалов. Появление композиционных материалов. Определение композиционного материала. Типы композитов. Композиты, армированные волокном. Композиты с дисперсными частицами.

2. Механика композитов. Композит как механическая система. Строение композитов. Правило смесей. Теория ячеек. Теория ортотропных материалов. Композиты, армированные дискретными волокнами. Оценка значений для верхней и нижней границ модуля упругости энергетическим методом. Механика слоистых пластин. Характеристики слоистых пластин. Определение и классификация композитов. Поведение композитных материалов. Приложения Теория упругости анизотропных и слоистых сред. Температурные и гидротермические воздействия. Слои композитных материалов. Анализ слоистых композитных материалов. Пластины и панели из композитных материалов. Уравнения равновесия пластины. Изгиб пластин из композитных материалов. Граничные условия для пластины. Решение Навье для пластин из композитных материалов. Решение Навье для равномерно нагруженной шарнирно опертой пластины. Решение Леви для пластин из композитных материалов. Решение задачи изгиба композитной пластины со срединной плоскостью симметрии. Анализ изгиба композитной пластины с учетом изгибно-крутильных эффектов методом возмущения. Задачи на собственные значения для пластин из композитных материалов: собственные колебания и упругая устойчивость. Статический и динамический анализ пластин из композитных материалов с учетом влияния поперечных сдвиговых деформаций. Балки, стойки и стержни из

композитных материалов. Основы Теории. Некоторые простые решения задач для балок из композитных материалов. Изгиб слоистых балок - уточненная теория. Осевое нагружение ширинно опертых балок. Задачи на собственные значения для композитных балок.

3. Расчет композитов методом конечных элементов. Метод конечных элементов. Принцип виртуальных работ. Матрица жесткостей элементов. Функция перемещений и матрица деформаций. Матрица напряжений-деформаций. Матрица жесткостей. Примеры использования метода конечных элементов. Микроподход. Макроподход, расчет слоистых пластин.

4. Механика разрушения композитов. Линейная и нелинейная механика разрушения. Коэффициент интенсивности разрушения, удельная работа разрушения. Контурный интеграл. Испытания на трещиностойкость. Испытания на трехточечный изгиб. Конструкционные и технологические свойства композитов. Оценка значений для верхней и нижней границ модуля упругости композитов энергетическим методом. Механика слоистых пластин. Изгиб пластин из композитных материалов. Анализ изгиба композитной пластины с учетом изгибно-крутильных эффектов методом возмущений. Задачи на собственные значения для пластин из композитных материалов: собственные колебания и упругая устойчивость. Некоторые прикладные задачи для балок из композитных материалов.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины: 6 семестр
– дифференцированный зачет.

Вопросы для самоконтроля и для проведения зачета

1. Аналитическая механика разрушения.
2. Особенности разрушения композитов.
3. Стохастические модели разрушения и масштабный эффект прочности.
4. Накопление микрповреждений в волокнистых композитах.
5. Зарождение и рост поперечных микроскопических трещин в однонаправленных слоистых композитах.
6. Межслойное разрушение композитов.
7. Устойчивость дефектов типа расслоений.
8. Рост дефектов типа расслоений.

9. Теоретические основы упрочнения материалов волокнами. Классификация армированных КМ.
10. Требования, предъявляемые к волокнам и матрице. Закон Гука для анизотропных тел. Модули упругости однонаправленных армированных КМ.
11. Прочность однонаправленных КМ с непрерывными волокнами в направлении армирования. Влияние ориентации волокон на прочность однонаправленных КМ при растяжении.
12. Прочность при растяжении КМ, армированных дискретными волокнами.
13. Распределение напряжений по длине волокон. Статистическая модель разрушения КМ.
14. Прочность композитов при сжатии. Вязкость разрушения КМ.
15. Методы получения и свойства армирующих волокон. Нитевидные кристаллы, металлические проволоки. Керамические непрерывные волокна. Углеродные, борные и карбидокремниевые волокна. Виды армирующих элементов.
16. Металлические композиционные материалы (МКМ). Матричные материалы. Способы получения МКМ. Взаимодействие волокна и матрицы в МКМ. Свойства МКМ. Области применения МКМ.
17. Полимерные и керамические композитные материалы. Полимерные связующие. Технология получения изделий из ПКМ. Техника безопасности при работе с ПКМ. Свойства армированных ПКМ. Керамические композитные материалы ККМ.
18. Дисперсно-упрочненные сплавы. Принцип создания ДС. Выбор матрицы и упрочняющей фазы. Механизм упрочнения дисперсными частицами. Получение смесей порошков. Получение изделий из ДС. Свойства ДС.
19. Основные соотношения механики конструкций из композитов. Уравнения механики анизотропного тела. Уравнения строительной механики конструкций из композитов.
20. Композитные балки, стержни и кольца. Композитные балки. Тонкостенные стержни. Композитные элементы ферменных конструкций. Круговые кольца.
21. Баллоны давления из композитов. Основные соотношения симметрично нагруженных композитных оболочек вращения. Оптимизация формы и структуры баллонов давления. Комбинированные баллоны давления.
22. Многослойные композитные оболочки вращения. Статика оболочек вращения. Устойчивость и колебания оболочек вращения. Расчет цилиндрических оболочек. Конечный элемент многослойной композитной оболочки.
23. Композитные панели и пластины. Основные уравнения. Изгиб слоистой свободно опертой панели. Изгиб слоистых пластин с симметричным расположением слоев. Устойчивость слоистых свободно опертых пластин.
24. Методы статических испытаний композитов.
25. Основные особенности свойств композитов.

Критерии оценки за освоение дисциплины определены в Инструктивном письме И-23 от 14 мая 2012 г.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Мурзаханов Г.Х., Щугорев В.Н. Методы оценки конструкционной прочности трубопроводов. М.: МЭИ, 2009, 72 с.

Дополнительная литература:

2. Болотин В. В. Ресурс машин и конструкций / В. В. Болотин. - М., 1990. – 446 с.,
3. Композиционные материалы. Справочник. Под ред. В.В.Васильева. М Машиностроение, 1990. 512 с.
4. Болотин В.В., Новичков Ю.Н. Механика многослойных конструкций. М.: Машиностроение 1980. 375 с.
5. Электронные образовательные ресурсы. ЭУМК «Механика композиционных материалов» / НИУ «МЭИ», 2013 г.