

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 30.10.2023 16:01:33

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

## Технология получения композиционных материалов для авиакосмической промышленности

Закреплена за подразделением

Кафедра порошковой металлургии и функциональных покрытий

Направление подготовки

22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Новые материалы. Порошковые и аддитивные технологии

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

4 ЗЕТ

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 3

аудиторные занятия

54

самостоятельная работа

36

часов на контроль

54

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	19			
Неделя	УП	РП	УП	РП
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	36	36	36	36
Практические	18	18	18	18
Итого ауд.	54	54	54	54
Контактная работа	54	54	54	54
Сам. работа	36	36	36	36
Часы на контроль	54	54	54	54
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

*д.т.н., проф., Еремеева Жанна Владимировна*

Рабочая программа

**Технология получения композиционных материалов для авиакосмической промышленности**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.04.02 Металлургия, 22.04.02-ММТ-23-16.plx Новые материалы. Порошковые и аддитивные технологии, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.02 Металлургия, Новые материалы. Порошковые и аддитивные технологии, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра порошковой металлургии и функциональных покрытий**

Протокол от 03.04.2023 г., №11

Руководитель подразделения Левашов Евгений Александрович, д.т.н., профессор

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Цели освоения дисциплины: научить основам комплексного научного подхода при создании технологий для получения различных видов композиционных материалов для авиакосмической промышленности, обучить выбору технологий получения композиционных материалов для авиакосмической промышленности с учетом требуемых свойств для их конкретного применения, теоретическим основам конструирования композиционных материалов, особенностям методов контроля свойств композиционных материалов для авиакосмической промышленности, управлять технологическими процессами получения композиционных материалов для авиакосмической промышленности, эксплуатировать оборудование.
-----	---

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.02
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Аддитивные технологии	
2.1.2	Научно-исследовательская практика	
2.1.3	Процессы консолидации порошковых материалов	
2.1.4	Процессы СВС как основы синтеза неорганических материалов	
2.1.5	Введение в цифровое производство	
2.1.6	Закономерности, механизмы и методы диагностики процессов горения в СВС-системах	
2.1.7	Технологии инженерии поверхности	
2.1.8	Технологии получения порошкообразных материалов	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.2	Преддипломная практика	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

<b>ПК-4: Способен разрабатывать технологические процессы получения порошков, порошковых, композиционных материалов, покрытий и управлять ими, проводить их анализ для выбора мер и средств управления качеством продукции</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-4-31	Требования к технологическим процессам, материалам и методам испытаний
<b>ПК-3: Способен анализировать результаты эксперимента, выбирать методы исследований, формировать новые направления исследований, определять сферы применения результатов исследований</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-3-31	требования к свойствам функциональных и композиционных материалов, к охране окружающей среды и техники безопасности
<b>ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области</b>	
<b>Знать:</b>	
ОПК-4-31	определять и описывать фазовый состав композиционных материалов
<b>ПК-4: Способен разрабатывать технологические процессы получения порошков, порошковых, композиционных материалов, покрытий и управлять ими, проводить их анализ для выбора мер и средств управления качеством продукции</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-4-У1	Проводить экспертизу технологических процессов, материалов и методик исследований
<b>ПК-3: Способен анализировать результаты эксперимента, выбирать методы исследований, формировать новые направления исследований, определять сферы применения результатов исследований</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-3-У1	осуществлять выбор и конструировать составы порошковых смесей и композиционных материалов с учетом требований к их свойствам

<b>ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-4-У1 использовать теорию разработки оптимальных инженерных решений с учетом ограничений
<b>ПК-4: Способен разрабатывать технологические процессы получения порошков, порошковых, композиционных материалов, покрытий и управлять ими, проводить их анализ для выбора мер и средств управления качеством продукции</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-4-В1 методиками исследования свойств порошковых и композиционных материалов, навыками их оценки
<b>ПК-3: Способен анализировать результаты эксперимента, выбирать методы исследований, формировать новые направления исследований, определять сферы применения результатов исследований</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-3-В1 методами анализа технологических процессов, их влияния на функциональные свойства материалов
<b>ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-4-В1 навыками проведения измерения физических и эксплуатационных свойств материалов

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Классификация композиционных материалов</b>							
1.1	Цели и задачи создания композиционных материалов (КМ). Классификация композиционных материалов по виду материала матрицы, ориентации и типу арматуры, назначению. Требования, предъявляемые к армирующим волокнам и материалу матриц. /Лек/	3	2	ОПК-4-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4			
1.2	Подготовка к контрольной работе №1 /Ср/	3	3	ПК-3-31 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4			
	<b>Раздел 2. Теоретические основы конструирования композиционных материалов</b>							

2.1	Модули нормальной упругости в направлении оси волокна и в перпендикулярном направлении. Коэффициент Пуассона и модуль сдвига для однонаправленно армированных композиционных материалов. Прочность КМ, армированных непрерывными и дискретными волокнами /Лек/	3	2	ОПК-4-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1Л2.3 Л2.4			
2.2	Статистическая прочность композиционных материалов. Формирование и развитие трещин в КМ. Прочность КМ на сжатие. Контрольная работа №1. /Лек/	3	2	ОПК-4-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1Л2.3 Л2.4			
2.3	Подготовка к контрольной работе №1 /Ср/	3	3	ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1Л2.3 Л2.4			
	<b>Раздел 3. Методы контроля свойств композиционных материалов</b>							
3.1	Методы определения свойств армированных КМ. Испытания кольцевых образцов. Анализ структуры КМ и механизмов ее разрушения. /Лек/	3	2	ОПК-4-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1Л2.3 Л2.4			
3.2	Прочность КМ, армированных непрерывными и дискретными волокнами. Определение оптимальная объемная доля волокон. /Пр/	3	2	ОПК-4-У1 ПК-3-У1	Л1.1Л2.3 Л2.4			P1
3.3	Методы определения механических свойств армированных КМ /Пр/	3	2	ОПК-4-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.1Л2.3 Л2.4			
3.4	Анализ структуры КМ и механизмов ее разрушения. Контрольная работа №2. /Пр/	3	2	ПК-4-В1 ПК-3-В1	Л1.1Л2.2 Л2.3 Л2.4			
3.5	Подготовка к практическим занятиям и контрольной работе №2 /Ср/	3	6	ПК-3-У1 ПК-4-У1	Л1.1Л2.2 Л2.3 Л2.4			
	<b>Раздел 4. Межфазное взаимодействие в композиционных материалах</b>							
4.1	Термодинамическая и кинетическая совместимость компонентов. Виды межфазного взаимодействия. Влияние поверхности раздела на прочность и характер разрушения. /Лек/	3	2	ОПК-4-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1Л2.3 Л2.4 Л2.6			

4.2	Типы связей между компонентами. Процессы диффузии между компонентами КМ. Смачивание и растекание. /Лек/	3	2	ОПК-4-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1 Л2.3Л1.2 Л2.4			
4.3	Термодинамическая и кинетическая совместимость компонентов /Пр/	3	2	ПК-3-У1	Л1.1Л2.4 Л2.6			
4.4	Подготовка к практическому занятию и контрольной работе №3 /Ср/	3	3		Л1.1Л2.4 Л2.6			
	<b>Раздел 5. Методы получения и свойства армирующих материалов</b>							
5.1	Металлические волокна. Стеклые волокна. Волокна бора, карбида кремния и борсика /Лек/	3	2	ОПК-4-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.2Л2.2 Л2.4			
5.2	Углеродные волокна. Нитевидные кристаллы. Керамические волокна. /Лек/	3	2	ОПК-4-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.2Л2.2 Л2.3			
5.3	Свойства армирующих материалов. Контрольная работа №3. /Пр/	3	2	ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-4-В1	Л1.2Л2.3 Л2.5			
5.4	Подготовка к практическому занятию и контрольной работе №3 /Ср/	3	3	ПК-4-В1 ПК-3-В1	Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.4			
	<b>Раздел 6. Металлические матрицы композиционных материалов</b>							
6.1	Матрицы на основе алюминия, магния, титана /Лек/	3	2	ОПК-4-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.2Л2.3 Л2.4			
6.2	Матрицы на основе меди. Матрицы на основе жаропрочных и жаростойких сплавов на основе железа, никеля, хрома, кобальта. Матрицы на основе тугоплавких металлов и сплавов. Контрольная работа №4. /Лек/	3	2	ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.2Л2.3 Л2.4			
6.3	Анализ матриц на основе на основе алюминия, магния, титана, меди и тугоплавких металлов /Пр/	3	2	ПК-3-У1 ПК-4-У1	Л1.2Л2.3 Л2.4			
6.4	Подготовка к практическому занятию и контрольной работе №4 /Ср/	3	6	ПК-4-В1 ПК-4-31 ПК-3-В1	Л1.2Л2.3 Л2.4			
	<b>Раздел 7. Технология и свойства металломатричных композиционных материалов</b>							

7.1	Требования, предъявляемые к процессам получения композиционных материалов. Композиционные материалы на основе алюминия и магния /Лек/	3	2	ОПК-4-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.2Л2.3 Л2.4 Л2.5			
7.2	Композиционные материалы на основе титана, меди. Композиционные материалы на основе жаропрочных и жаростойких сплавов на основе железа, никеля, хрома, кобальта. Композиционные материалы на основе тугоплавких металлов и сплавов  /Лек/	3	2	ОПК-4-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.2Л2.3 Л2.4 Л2.5			
7.3	Композиционные материалы на основе алюминия: технология получения, свойства и применение в авиастроении /Пр/	3	2	ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-3-У1	Л1.2Л2.3 Л2.4			
7.4	Композиционные материалы на основе титана: технологии получения, свойства и применение в авиастроении /Пр/	3	2	ПК-3-У1 ПК-4-У1	Л1.2Л2.3 Л2.4			
7.5	Композиционные материалы на основе жаропрочных и жаростойких сплавов: технология получения, свойства и применение в авиастроении. Контрольная работа №5. /Пр/	3	2	ПК-3-У1 ПК-4-В1	Л1.2Л2.3 Л2.4			
7.6	Подготовка к практическим занятиям и контрольной работе №5 /Ср/	3	6	ОПК-4-31 ПК-3-31 ПК-4-В1	Л1.2Л2.3 Л2.4			
	<b>Раздел 8. Эвтектические композиционные материалы</b>							
8.1	Общая характеристика эвтектических композиционных материалов. Ориентационные и структурные характеристики. Методы и условия получения эвтектических композиционных материалов.  /Лек/	3	2	ОПК-4-31 ПК-3-31	Л1.2Л2.3 Л2.4			

8.2	Эвтектические композиционные материалы на основе алюминия, тантала и ниобия. Контрольная работа №6. /Лек/	3	2	ОПК-4-31 ПК-4-31	Л1.2Л2.3 Л2.4			
8.3	Подготовка к контрольным работам №6. /Ср/	3	3	ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-4-У1	Л1.2Л2.3 Л2.4			
<b>Раздел 9. Технология и свойства композиционных материалов на полимерной матрице (ПКМ)</b>								
9.1	Полимеры, используемые для получения композиционных материалов. Наполнители полимерных композитов. /Лек/	3	2	ОПК-4-31 ПК-3-31	Л1.2Л2.3 Л2.4 Л2.5			
9.2	Получение полимерных композиционных материалов и изделий из них. Углепластики. Контрольная работа №7. /Лек/	3	2	ОПК-4-31 ПК-4-31	Л1.2Л2.3 Л2.4			
9.3	Подготовка к контрольной работе №7 /Ср/	3	3	ПК-4-В1 ПК-3-В1	Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.4			
<b>Раздел 10. Применение композиционных материалов</b>								
10.1	Применение композиционных материалов автомобилестроении, авиации и космических летательных аппаратах /Лек/	3	2	ОПК-4-31 ПК-3-31	Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5			
10.2	Композиционные материалы в судостроении, при производстве изделий с особыми свойствами. Другие области применения КМ.  /Лек/	3	2	ПК-4-31 ПК-3-31	Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5			

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
--------	-------------------------	------------------------------------	------------------------



КМ1	Контрольная работа №1	ОПК-4-31;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-4-31	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дать классификацию КМ по материалу матрицы</li> <li>2. Дать классификацию КМ по типу армирующих составляющих и их ориентации</li> <li>3. Дать классификацию КМ по назначению</li> <li>4. Перечислить основные требования, предъявляемые к КМ</li> <li>5. Что описывает закон Гука в КМ</li> <li>6. Как определяется оптимальная объемная доля волокон</li> <li>7. Как рассчитывают удельная прочность композиции</li> <li>8. Что называют критической длиной волокна и от чего она зависит</li> <li>9. Как происходит формирование и развитие трещин в КМ</li> <li>10. Как можно оценить прочность КМ на сжатие</li> <li>11. Опишите основные методы определения механических свойств армированных КМ</li> <li>12. В чем заключается сущность принципа Кавальери</li> </ol>
КМ2	Контрольная работа №2	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ПК-3-31;ПК-4-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дать определение композиционного материала</li> <li>2. В чем заключается роль матрицы в армированных КМ</li> <li>3. Как рассматривается композиционный материал при макромеханическом подходе</li> <li>4. На чем основывается развитие методов расчета прочности изделий и конструкций из КМ</li> <li>5. Для чего используется статистическая модель разрушения КМ</li> <li>6. Как происходит распространение трещины в композиционном материале, который армирован непрерывными волокнами.</li> <li>7. Каким должно быть сцепление поверхностей раздела, чтобы обеспечить высокие механические свойства КМ</li> <li>8. Что значит термодинамическая совместимость в КМ</li> <li>9. На какие классы делятся КМ в соответствии с классификацией А. Меткалфа по видам межфазного взаимодействия</li> <li>10. Какие связи могут быть в КМ между матрицей и волокнами</li> <li>11. На каких образцах КМ проводят испытания на одноосное растяжение</li> <li>12. Что можно определить при растяжении изотропных КМ в направлении главных осей симметрии</li> </ol>
КМ3	Контрольная работа №3	ОПК-4-31;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-4-31	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дайте анализ свойств стальных углеродистых проволок, как армирующей составляющей и технологии их получения.</li> <li>2. Дайте анализ свойств вольфрамовой проволок, как армирующей составляющей и технологии их получения.</li> <li>3. Дайте анализ свойств титановой проволок, как армирующей составляющей и технологии их получения.</li> <li>4. Дайте анализ свойств стеклянных волокон, как армирующих составляющих и технологии их получения.</li> <li>5. Дайте анализ свойств борных волокон, как армирующих составляющих и технологии их получения.</li> <li>6. Дайте анализ свойств волокон карбида кремния, как армирующих составляющих и технологии их получения.</li> <li>7. Дайте анализ свойств молибденовой проволоки, как армирующих составляющих и технологии их получения.</li> <li>8. Дайте анализ свойств углеродных волокон, как армирующих составляющих и технологии их получения.</li> <li>9. Дайте анализ свойств нитевидных кристаллов, как армирующих составляющих и технологии их получения.</li> <li>10. Дайте анализ свойств керамических волокон, как армирующих составляющих и технологии их получения.</li> <li>11. Дайте анализ свойств волокон борсика, как армирующей составляющей и технологии их получения</li> <li>12. Дайте анализ свойств стальных легированных проволок, как армирующей составляющей и технологии их получения.</li> </ol>

КМ4	Контрольная работа №4	ОПК-4-31;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-3-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дайте анализ свойств матриц на основе алюминия и технологии их получения.</li> <li>2. Дайте анализ свойств матриц на основе никеля и технологии их получения.</li> <li>3. Дайте анализ свойств матриц на основе титана и технологии их получения.</li> <li>4. Дайте анализ свойств матриц на основе магния и технологии их получения.</li> <li>5. Дайте анализ свойств матриц на основе меди и технологии их получения.</li> <li>6. Дайте анализ свойств матриц на основе никелевых сплавов и технологии их получения.</li> <li>7. Классификация полимерных матриц</li> <li>8. Дайте определение и перечислите терморезистивные полимеры, используемые в качестве полимерной матрицы композита, и выделите их достоинства и недостатки.</li> <li>9. Назовите термопластичные полимеры, используемые в качестве полимерной матрицы композита, и выделите их достоинства и недостатки.</li> <li>10. Керамические матрицы, классификация и основные свойства</li> <li>11. Какие функции выполняет полимерная матрица в ПКМ</li> <li>12. Назовите эластомеры, используемые в качестве полимерной матрицы композита, и выделите их достоинства и недостатки.</li> </ol>
КМ5	Контрольная работа №5	ОПК-4-31;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-4-В1;ПК-4-31	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Композиционные материалы на основе алюминия и его сплавов. Системы Al-стальные проволоки, технологии получения и свойства КМ.</li> <li>2. Композиционные материалы на основе алюминия и его сплавов. Системы Al-В и алюминий-борсик технологии получения и свойства КМ.</li> <li>3. Композиционные материалы на основе алюминия и его сплавов. Системы Al-SiC, технологии получения и свойства КМ.</li> <li>4. Композиционные материалы на основе алюминия и его сплавов. Системы Al-C, технологии получения и свойства КМ.</li> <li>5. Композиционные материалы на основе алюминия и его сплавов. Системы Al-SiO<sub>2</sub>, Al-W технологии получения и свойства КМ.</li> <li>6. Композиционные материалы на основе магния и его сплавов. Системы Mg-B, Mg-SiC, Mg—Ti, технология получения и свойства КМ.</li> <li>7. Композиционные материалы на основе титана и его сплавов. Системы Ti-B, технологии получения и свойства КМ.</li> <li>8. Композиционные материалы на основе титана и его сплавов. Системы Ti-SiC, технологии получения и свойства КМ.</li> <li>9. Композиционные материалы на основе титана и его сплавов. Системы Ti-борсик, технологии получения и свойства КМ.</li> <li>10. Композиционные материалы на основе меди. Системы Cu-W и Cu-C, технологии получения и свойства КМ.</li> <li>11. Композиционные материалы на основе никеля и его сплавов. Системы Ni—W и Ni-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, технологии получения и свойства.</li> <li>12. Композиционные материалы на основе никеля и его сплавов. Системы Ni—C и Ni-SiC, технологии получения и свойства.</li> </ol>

КМ6	Контрольная работа №6	ОПК-4-31;ОПК-4-В1;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-4-31;ПК-4-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Общая характеристика эвтектических композиционных материалов (ЭКМ).</li> <li>2. Ориентационные и структурные характеристики(ЭКМ)</li> <li>3. Перечислите основные методы и условия получения эвтектических композиционных материалов, их достоинства и недостатки</li> <li>4. Методы направленной кристаллизации для получения ЭКМ</li> <li>5. Метод Бриджмена</li> <li>6. Метод направленной кристаллизации ЭКМ</li> <li>7. Метод зонной плавки</li> <li>8. Метод охлаждения в расплавленном металле</li> <li>9. Условия образования волокнистой и пластинчатой структур в ЭКМ</li> <li>10. Эвтектические композиционные материалы на основе алюминия, технология получения, свойства</li> <li>11. Эвтектические композиционные материалы на основе тантала, технология получения и свойства</li> <li>12. Эвтектические композиционные материалы на основе ниобия, технология получения и свойства</li> </ol>
КМ7	Контрольная работа №7	ОПК-4-31;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-3-В1;ПК-4-31;ПК-4-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие существуют наполнители ПКМ, какие требования к ним предъявляют</li> <li>2. Дайте характеристику дисперсных наполнителей, какова основная цель их введения</li> <li>3. Дайте характеристику волокнистых наполнителей, какова основная цель их введения</li> <li>4. Дайте характеристику листовых и объемных наполнителей, какова основная цель их введения</li> <li>5. Что такое препреги, какие технологические методы получения препрегов существуют</li> <li>6. Какие волокна используют для создания ПКМ, приведите их сравнительную характеристику</li> <li>7. Какие способы получения ПКМ Вы знаете, дайте их характеристику.</li> <li>8. Выбор углеродных волокон и наполнителей при создании углепластиков</li> <li>9. Методы формования углепластиков</li> <li>10. Как совмещаются дисперсные и волокнистые наполнители с полимером</li> <li>11. Как производят смешение полимера с малым количеством добавки, пластификатором, с другим полимером</li> <li>12. Свойства и применение углепластиков</li> </ol>

КМ8	Экзамен	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-3-В1;ПК-4-У1;ПК-4-В1;ПК-4-31	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Цели и задачи создания композиционных материалов (КМ)</li> <li>2. Классификация композиционных материалов по виду материала матрицы, ориентации и типу арматуры, назначению.</li> <li>3. Требования, предъявляемые к армирующим волокнам и материалу матриц.</li> <li>4. Макромеханическом подходе рассмотрения КМ. Закон Гука.</li> <li>5. Модули нормальной упругости в направлении оси волокна и в перпендикулярном направлении.</li> <li>6. Коэффициент Пуассона и модуль сдвига для однонаправлено армированных композиционных материалов.</li> <li>7. Прочность КМ, армированных непрерывными и дискретными волокнами.</li> <li>8. Оптимальная объемная доля волокон.</li> <li>9. Удельная прочность композиции</li> <li>10. Влияние ориентации волокон на прочность КМ</li> <li>11. Композиционные материалы, армированные дискретными волокнами. Критическая длина волокон</li> <li>12. Распределение напряжений по длине волокон</li> <li>13. Статистическая модель разрушения композиционных материалов</li> <li>14. Статистическая прочность композиционных материалов</li> <li>15. Прочность пучка волокон</li> <li>16. Формирование и развитие трещин в КМ</li> <li>17. Прочность КМ на сжатие</li> <li>18. Методы определения механических свойств армированных КМ. Растяжение.</li> <li>19. Методы определения механических свойств армированных КМ. Сжатие.</li> <li>20. Методы определения механических свойств армированных КМ. Сдвиг.</li> <li>21. Методы определения механических свойств армированных КМ. Изгиб.</li> <li>22. Методы определения механических свойств армированных КМ. Трехточечный изгиб</li> <li>23. Методы определения механических свойств армированных КМ. Чистый изгиб.</li> <li>24. Методы определения механических свойств армированных КМ. Четырехточечный изгиб.</li> <li>25. Испытания кольцевых образцов, растяжение, сжатие,</li> <li>26. Анализ структуры КМ и механизмов ее разрушения. Микроскопический анализ</li> <li>27. Анализ структуры КМ и механизмов ее разрушения. Фрактографический анализ</li> <li>28. Термодинамическая и кинетическая совместимость компонентов в КМ.</li> <li>29. Виды межфазного взаимодействия.</li> <li>30. Влияние поверхности раздела на прочность и характер разрушения</li> <li>31. Типы связей между компонентами</li> <li>32. Процессы диффузии между компонентами КМ. Уравнения Фика.</li> <li>33. Диффузия через плоскую поверхность. Диффузия из бесконечно тонкого слоя в неограниченный образец.</li> <li>34. Смачивание и растекание</li> <li>35. Поверхностное натяжение</li> <li>36. Поверхностная энергия твердых тел</li> <li>37. Свободная поверхностная энергия на границе твердое тело - жидкость</li> <li>38. Методы получения и свойства армирующих материалов – стальной проволоки.</li> <li>39. Методы получения и свойства армирующих материалов - вольфрамовой и молибденовой проволоки</li> <li>40. Методы получения и свойства армирующих материалов – бериллиевой и титановой проволоки.</li> <li>41. Стекланные волокна</li> <li>42. Борные волокна</li> <li>43. Волокна карбида кремния и борсика</li> <li>44. Углеродные волокна</li> </ol>
-----	---------	---	--

			<p>45. Нитевидные кристаллы  46. Керамические волокна  47. Матрицы на основе алюминия  48. Матрицы на основе магния  49. Матрицы на основе титана  50. Матрицы на основе меди  51. Матрицы на основе никеля  52. Требования, предъявляемые к процессам получения композиционных материалов.  53. Композиционные материалы на основе алюминия  54. Композиционные материалы на основе магния  55. Композиционные материалы на основе титана  56. Композиционные материалы на основе меди  57. Композиционные материалы на основе никеля  58. Эвтектические композиционные материалы  59. Керамические композиционные материалы  60. Технология и свойства композиционных материалов на полимерной матрице</p>
<b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b>			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Практическое занятие "Прочность КМ, армированных непрерывными и дискретными волокнами. Определение оптимальная объемная доля волокон."	ОПК-4-У1;ПК-3-У1	Производим расчеты прочности КМ. Расчет прочности при армировании непрерывными волокнами. Расчет прочности дискретными волокнами. Рассчитываем прочность пучка волокон. Проводим определение оптимальной объемной доли волокон.
P2	Практическое занятие "Методы определения механических свойств армированных КМ"	ОПК-4-В1;ПК-4-31;ПК-4-У1	Анализируем предполагаемые условия нагружения конструкции из КМ и оцениваем возможности материала, рассчитывая его упругие константы, прочность и другие физико-механические свойства. Проводятся расчеты на растяжение, сжатие и изгиб КМ с различными матрицами.
P3	Практическое занятие "Анализ структуры КМ и механизмов ее разрушения"	ПК-3-В1;ПК-4-В1	Проводим анализ структуры КМ (углепластика) или композиционных материалов на основе алюминия, рассматриваем и анализируем механизмы разрушения КМ.
P4	Практическое занятие "Термодинамическая и кинетическая совместимость компонентов"	ПК-3-У1	Проводим кинетические оценки взаимодействия между компонентами КМ. Определяем основные виды межфазного взаимодействия в КМ.
P5	Практическое занятие "Свойства армирующих материалов"	ПК-3-У1;ПК-3-В1;ПК-4-В1	Ознакомление с основными классами армирующих материалов применяемых для создания КМ. Оценка перспектив применения существующих армирующих материалов для создания различных видов КМ.
P6	Практическое занятие "Анализ матриц на основе алюминия, магния, титана, меди и тугоплавких металлов"	ПК-3-У1;ПК-4-У1	Оценка свойств порошковых, литых и деформируемых металлических матриц, оценка их свойств.

P7	Практическое занятие "Композиционные материалы на основе алюминия: технология получения, свойства и применение в авиастроении"	ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ПК-3-У1	Ознакомление с основными технологиями получения композиционных материалов на основе алюминия и его сплавов при введении различных видов армирующих составляющих.
P8	Практическое занятие "Композиционные материалы на основе титана: технологии получения, свойства и применение в авиастроении"	ПК-3-У1;ПК-4-У1	Ознакомление с основными технологиями получения композиционных материалов на основе титана и его сплавов при введении различных видов армирующих составляющих.
P9	Практическое занятие "Композиционные материалы на основе жаропрочных и жаростойких сплавов: технология получения, свойства и применение в авиастроении"	ОПК-4-31;ПК-3-31;ПК-4-В1	Ознакомление с основными технологиями получения композиционных материалов на основе жаропрочных и жаростойких сплавов при введении различных видов армирующих составляющих.

**5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)**

**5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)**

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

**6.1. Рекомендуемая литература**

**6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Костиков Валерий Иванович	Физико-химические основы технологии композиционных материалов. Теоретические основы процессов создания композиционных материалов: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150100 - Металлургия	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2011

**6.1.2. Дополнительная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Костиков Валерий Иванович	Физико-химические основы технологии композиционных материалов: директивная технология композиционных материалов: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150100 - Металлургия	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2011

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.2	Варенков Анатолий Николаевич, Костиков Валерий Иванович, Комарова Наталья Михайловна	Физико-химия и технология армированных композиционных материалов на основе металлических матриц: Разд.: Физико-химия, технология и свойства композитов системы углерод-алюминий с использованием дисперсноупрочненных и дисперсионно-твердеющих сплавов алюминия. Структурная повреждаемость углеалюминиевых композитов: Учеб. пособие для студ. спец. 070800: Ч.1	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1999
Л2.3	Варенков Анатолий Николаевич, Донских Наталия Михайловна	Композиционные материалы: Учеб. пособие по выполнению курсовой работы для студ. спец. 070800	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2000
Л2.4	Варенков Анатолий Николаевич, Донских Наталия Михайловна	Композиционные материалы: Учеб. пособие по расчетам технол. и эксплуатационных параметров волокнистых композиционных материалов для студ. спец. 070800	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2000
Л2.5	Варенков Анатолий Николаевич	Физико-химия и технология армированных композиционных материалов на основе металлических матриц: Разд.: Углеалюминиевые композиционные материалы: Учеб. пособие для студ. спец. 070800 'Физ.-хим. методы исслед. процессов и материалов'	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1997
Л2.6	Варенков Анатолий Николаевич, Костиков Валерий Иванович	Физико-химия и технология углеалюминиевых композиционных материалов: Разд.: Теория и процессы межфазного взаимодействия углеродных материалов с металлами и сплавами в композитах: Учеб. пособие для студ. спец. 070800	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1998

### 6.3 Перечень программного обеспечения

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ