

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 30.01.2023 16:41:18

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98ac3de2ab454b4659d961f749

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Высокотемпературная совместимость материалов

Закреплена за подразделением Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов

Направление подготовки 22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль Высокотемпературные и сверхтвердые материалы

Квалификация **Магистр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 144

в том числе:

аудиторные занятия 34

самостоятельная работа 74

часов на контроль 36

Формы контроля в семестрах:
экзамен 3

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	УП	РП		
Неделя	19			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	34	34	34	34
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	74	74	74	74
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

ктн, асс., Юдин Андрей Григорьевич

Рабочая программа

Высокотемпературная совместимость материалов

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 22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, 22.04.01-ММТМ-22-1.plx Высокотемпературные и сверхтвердые материалы, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, Высокотемпературные и сверхтвердые материалы, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов

Протокол от 16.06.2021 г., №20

Руководитель подразделения Кузнецов Денис Валерьевич

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	на основе анализа поверхности раздела между составляющими композиционного материала научить умению прогнозировать их физико-механические свойства, использовать термодинамический и кинетический анализ реакционных систем для определения совместимости компонентов композиционного материала и применять различные подходы решению проблемы несовместимости
-----	---

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Высокотемпературные и сверхтвёрдые покрытия	
2.1.2	Математическое моделирование процессов и материалов	
2.1.3	Практика перевода и редактирования	
2.1.4	Производственная практика	
2.1.5	Физико-химия получения и обработки высокотемпературных и сверхтвёрдых материалов	
2.1.6	Высокотемпературная прочность материалов	
2.1.7	Высокотемпературные и сверхтвёрдые функциональные и конструкционные материалы	
2.1.8	Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве	
2.1.9	Материаловедение и технологии перспективных материалов	
2.1.10	Порошковая металлургия высокотемпературных и сверхтвёрдых материалов	
2.1.11	Спектроскопические (и зондовые) методы исследования материалов	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
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

ПК-2: Способен планировать, разрабатывать и проводить экспериментальные исследования процессов получения высокотемпературных и сверхтвёрдых материалов (ВТиСТМ) (в том числе с наноструктурой) для использования в различных функциональных системах	
Знать:	
ПК-2-31	Подходы к описанию связей между параметрами физических, механических и химических свойств и параметрами эксплуатационных, технологических и инженерных свойств (например: модель коррозионного растрескивания под напряжением, модель жаропрочности (ползучести), модель усталости и др.)
ПК-2-32	Технические характеристики, назначение, принципы и регламенты работы контрольного, измерительного и испытательного оборудования
ПК-4: Углублённо знает основные типы высокотемпературных и сверхтвёрдых материалов, в том числе, с наноструктурой, владеет критериями их выбора с учётом требований надёжности, долговечности, экономичности и экологических последствий применения	
Знать:	
ПК-4-31	Основные типы высокотемпературных и сверхтвёрдых материалов, в том числе, с наноструктурой
ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях	
Знать:	
ОПК-1-31	Закономерности, описывающие связи между параметрами условий эксплуатации и параметрами структуры и составом материалов
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 задач в профессиональной области	
Знать:	
ОПК-4-31	Основные типы и способы получения высокотемпературных композиционных материалов
ПК-2: Способен планировать, разрабатывать и проводить экспериментальные исследования процессов получения высокотемпературных и сверхтвёрдых материалов (ВТиСТМ) (в том числе с наноструктурой) для использования в различных функциональных системах	
Уметь:	

ПК-2-У1 Устанавливать закономерности связей параметров структуры материалов и параметров физических, химических и механических свойств и оценивать возможность переноса модельных результатов на поведение материала в реальных условиях
ПК-2-У2 Анализировать результаты исследований: устанавливать закономерности связей параметров структуры материалов и параметров внешних условий, моделирующих условия эксплуатации, и оценивать возможность переноса модельных результатов на поведение материала в реальных условиях эксплуатации
ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях
Уметь:
ОПК-1-У1 Использовать комплексный подход к исследованию материалов и технологий их обработки и модификации
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 задач в профессиональной области
Уметь:
ОПК-4-У1 Приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, связанные и непосредственно не связанные со сферой деятельности.
ПК-4: Углублённо знает основные типы высокотемпературных и сверхтвёрдых материалов, в том числе, с наноструктурой, владеет критериями их выбора с учётом требований надёжности, долговечности, экономичности и экологических последствий применения
Уметь:
ПК-4-У1 Проводить критериальный анализ совместимости компонентов материалов, работающих при высоких температурах
ПК-2: Способен планировать, разрабатывать и проводить экспериментальные исследования процессов получения высокотемпературных и сверхтвёрдых материалов (ВТнСТМ) (в том числе с наноструктурой) для использования в различных функциональных системах
Владеть:
ПК-2-В1 Навыками формулирования рекомендаций по изменению структуры, состава материалов, условий их получения на основе анализа закономерностей связи параметров структуры, состава и параметров внешних условий и закономерностей связи параметров структуры, состава и параметров свойств материалов
ПК-4: Углублённо знает основные типы высокотемпературных и сверхтвёрдых материалов, в том числе, с наноструктурой, владеет критериями их выбора с учётом требований надёжности, долговечности, экономичности и экологических последствий применения
Владеть:
ПК-4-В1 Навыками подбора компонентов для решения проблемы высокотемпературной совместимости компонентов композиционного материала
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 задач в профессиональной области
Владеть:
ОПК-4-В1 Навыками формирования и аргументации собственных суждений и научной позиции на основе полученных данных, умением анализировать и делать выводы по социальным, этическим, научным и техническим проблемам, возникающим в профессиональной деятельности.

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
	Раздел 1. 1. Составы композитов для работы в условиях высоких температур. Термодинамическая и кинетическая совместимость высокотемпературных и сверхтвёрдых материалов, Прочностная совместимость высокотемпературных и							

1.1	Материалы эксплуатируемые при высоких температурах, совместимость компонентов и элементов изделий /Лек/	3	1	ОПК-4-31 ПК-4-31 ПК-2-31 ПК-2-32	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	Электронны й ресурс Э1 соответстве т основной литературе Л1.2		
1.2	Термодинамическая и кинетическая совместимость фаз при формировании и эксплуатации ВТ композитов /Лек/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ПК-4-31 ПК-2-31 ПК-2-32	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	Электронны й ресурс Э1 соответстве т основной литературе Л1.2		
1.3	Растворимость неметаллических материалов в связующих металлах при формировании и эксплуатации ВТМ /Лек/	3	2	ОПК-4-31 ПК-4-31 ПК-2-31 ПК-2-32	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	Электронны й ресурс Э1 соответстве т основной литературе Л1.2		
1.4	Термомеханическая совместимость фаз в ВТМ /Лек/	3	2	ОПК-4-31 ПК-4-31 ПК-2-31 ПК-2-32	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	Электронны й ресурс Э1 соответстве т основной литературе Л1.2		
1.5	Оценка влияния факторов, влияющих на процесс твердофазных взаимодействий, определяющий высокотемпературную совместимость материалов /Пр/	3	2	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	Электронны й ресурс Э1 соответстве т основной литературе Л1.2		
1.6	Определение долговечности работы композита в условиях межфазного взаимодействия на границе раздела фаз, составляющих ВТ композит /Пр/	3	2	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	Электронны й ресурс Э1 соответстве т основной литературе Л1.2		
1.7	Оценка термомеханической совместимости фаз в ВТ композитах. Определение высокотемпературной работоспособности композита с учётом межфазного взаимодействия на границе раздела окружающая среда-композит /Пр/	3	2	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	Электронны й ресурс Э1 соответстве т основной литературе Л1.2		
1.8	Проработка лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к контрольным работам. Подготовка экзамену. /Ср/	3	30	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	Электронны й ресурс Э1 соответстве т основной литературе Л1.2		

	Раздел 2. 2. Влияние поверхности (поверхностной энергии, смачивания твёрдой фазы жидкой) в совместимости материалов. Прочность связи на границе раздела фаз. Термическая стабильность поверхности раздела в композиционных							
2.1	Поверхностные свойства материалов определяющие их совместимость. Влияние модификация поверхности компонентов на прочностные свойства композитов /Лек/	3	2	ОПК-4-31 ПК-4-31 ПК-2-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	Электронны й ресурс Э1 соответстве т основной литературе Л1.2		
2.2	Прочность адгезионной связи матрицы с наполнителем композита на границе фаз. . Термическая стабильность поверхности раздела в композиционных материалах /Лек/	3	2	ОПК-4-31 ПК-4-31 ПК-2-31 ПК-2-32	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	Электронны й ресурс Э1 соответстве т основной литературе Л1.2		
2.3	Определение высокотемпературной работоспособности композита с учётом межфазного взаимодействия на границе раздела окружающая среда-композит /Пр/	3	2	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	Электронны й ресурс Э1 соответстве т основной литературе Л1.2		
2.4	Контрольная работа /Пр/	3	2	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	Электронны й ресурс Э1 соответстве т основной литературе Л1.2	КМ1	
2.5	Проработка лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к контрольным работам. Подготовка экзамену. /Ср/	3	20	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	Электронны й ресурс Э1 соответстве т основной литературе Л1.2		
	Раздел 3. 3. Совместимость фаз при формировании и эксплуатации керамикометаллических композиционных материалов, композиционных материалов с алюминиевой и титановой матрицами, упрочненных волокнами В, С, SiC, Al2O3							

3.1	Совместимость тугоплавких соединений с металлами. Керамикометаллические ВТ композиционные материалы /Лек/	3	3	ОПК-4-31 ПК-4-31 ПК-2-31 ПК-2-32	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	Электронны й ресурс Э1 соответствует основной литературе Л1.2		
3.2	Диффузионные барьеры для композиционных материалов. Барьерные покрытия на границе раздела фаз композита Совместимость защитных покрытий с основой. /Лек/	3	1	ОПК-4-31 ПК-4-31 ПК-2-31 ПК-2-32	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	Электронны й ресурс Э1 соответствует основной литературе Л1.2		
3.3	Волокнистые ВТ композиционные материалы /Лек/	3	2	ОПК-4-31 ПК-4-31 ПК-2-31 ПК-2-32	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	Электронны й ресурс Э1 соответствует основной литературе Л1.2		
3.4	Оценка совместимости оксидов, карбидов и нитридов с металлами при формировании ВТ композитов /Пр/	3	2	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	Электронны й ресурс Э1 соответствует основной литературе Л1.2		
3.5	Оценка совместимости металлов, тугоплавких соединений с графитом и углеродными волокнами. Анализ механизмов связи и явлений на границах раздела фаз /Пр/	3	2	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	Электронны й ресурс Э1 соответствует основной литературе Л1.2		
3.6	Анализ механизмов связи и явлений на границах раздела алюминиевой и титановой матриц с волокнами В, SiC, Al ₂ O ₃ /Пр/	3	2	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	Электронны й ресурс Э1 соответствует основной литературе Л1.2		
3.7	Контрольная работа /Пр/	3	1	ОПК-1-У1 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	Электронны й ресурс Э1 соответствует основной литературе Л1.2	КМ2	
3.8	Проработка лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к контрольным работам. Подготовка экзамену. /Ср/	3	24	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	Электронны й ресурс Э1 соответствует основной литературе Л1.2		

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	КР 1	ОПК-4-31;ПК-2-32;ПК-4-31;ПК-2-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-В1	<p>1. Волокнистый композиционный материал Cu-TiN (Cu - матрица, TiN - волокно). Укажите возможные причины неудовлетворительных свойств данного материала. Что можно сделать для улучшения свойств?</p> <p>2. Разрушающая деформация для волокон бора – 0,6. Почему разрушение волокон бора для ВКМ В-А1 может происходить при меньшей разрушающей деформации?</p> <p>3. Почему низкотемпературная и высокоскоростная технологии получения композиционных материалов позволяют минимизировать формирование переходной зоны?</p> <p>4. Зачем необходима прочная связь между составляющими КМ?</p> <p>1) Для снижения уровня возникающих остаточных макронапряжений</p> <p>2) Для подавления диффузионных процессов между составляющими</p> <p>3) Для передачи нагрузок между составляющими</p> <p>5. Твердофазный метод получения КМ. Дайте описание. Какие плюсы и минусы метода вы знаете?</p> <p>6. Почему низкотемпературная и высокоскоростная технологии получения композиционных материалов позволяют минимизировать формирование переходной зоны.</p> <p>7. Что подразумевается под оптимальной технологией изготовления КМ с точки зрения взаимодействия между волокном и матрицей.</p> <p>1) Полное отсутствие взаимодействия между составляющими</p> <p>2) Наличие ограниченной переходной зоны, сформированной из составляющих КМ</p> <p>3) Наличие неограниченной переходной зоны, сформированной из составляющих КМ</p> <p>4) Все варианты верные</p> <p>8. Известно несколько классов композиционных материалов (КМ). Для волокнистых КМ какого класса характерна взаимная растворимость волокна и матрицы, при этом они не реакционноспособны.</p> <p>1) Первого</p> <p>2) Второго</p> <p>3) Третьего</p> <p>4) Псевдопервого</p> <p>9. Как зависит прочность между волокном и матрицей от смачиваемости и типа связи между ними? Материал матрицы плохо смачивает волокно. Как можно увеличить краевой угол смачивания?</p> <p>10. Что характерно для систем псевдопервого класса при нагреве до высоких температур (возможно несколько вариантов)?</p> <p>1) нарушение оксидной связи</p> <p>2) формирование нерегулярных зон с реакционной связью</p> <p>3) снижение прочности на растяжение</p> <p>4) нарушение механической связи</p> <p>11. Для КМ А1-В характерно снижение прочности при растяжении в процессе длительного отжига при относительно невысоких температурах. Чем это можно объяснить?</p> <p>12. Почему низкотемпературная и высокоскоростная технологии получения композиционных материалов позволяют минимизировать формирование переходной зоны?</p> <p>13. Зачем необходима прочная связь между составляющими КМ?</p> <p>1) Для снижения уровня возникающих остаточных макронапряжений</p> <p>2) Для подавления диффузионных процессов между составляющими</p> <p>3) Для передачи нагрузок между составляющими</p> <p>14. Какие подходы к решению проблемы совместимости волокна и матрицы в КМ вам известны? В чем суть подхода</p>

		<p>«Разработка матриц с низкой реакционной способностью»?</p> <p>15. Композиционный материал состоит из волокон Al_2O_3 и металлической матрицы. Какой материал из известных вам следует выбрать в качестве матрицы чтобы минимизировать вероятность формирования значительных напряжений из-за несовместимости по термическому расширению.</p> <p>16. Композиционный материал состоит из волокон SiC и металлической матрицы. Какой материал из известных вам следует выбрать в качестве матрицы чтобы минимизировать вероятность формирования значительных напряжений из-за несовместимости по термическому расширению.</p> <p>17. Разрушающая деформация для волокон бора – 0,6. Почему разрушение волокон бора для ВКМ В-Тi может происходить при разрушающей деформации 0,25?</p> <p>18. Дайте оценку модуля упругости волокнистого композиционного материала Тi-20%В. Почему фактическая прочность может отличаться от расчетной? $Ti=112$ ГПа, $V=710$ ГПа.</p> <p>19. Для КМ Тi-В характерно снижение прочности при растяжении в процессе длительного отжига. Чем это можно объяснить?</p> <p>1) Разрушением псевдостабильной поверхности раздела с локальным увеличением толщины поверхности раздела между составляющими КМ</p> <p>2) Общим увеличением размеров поверхности раздела между составляющими КМ</p> <p>3) Значительным увеличением растягивающих макронапряжений</p> <p>4) Значительным увеличением сжимающих макронапряжений</p> <p>20. Деформация разрушения при растяжении бора составляет $6 \cdot 10^{-3}$ почему деформация разрушения КМ Al-В может быть в два раза ниже? Дайте ответ на вопрос одним или несколькими предложениями с использованием теории систем третьего класса.</p> <p>21. Как формирование пластической зоны у вершины трещины влияет на вязкость разрушения КМ. И почему?</p> <p>22. Предложите возможные пути усиления механической связи в волокнистом композиционном материале. (ОПК-4-31; УК-1-31; ПК-2-31; ПК-2-32; ПК-4-31)</p> <p>23. Определите возможность протекания химического взаимодействия в КМ, состоящим из волокон TiO_2 и матрицы из алюминия при 1000 С.</p> <p>24. Факторы, влияющие на процесс межфазного взаимодействия ВТ композита с газовой средой.</p> <p>25. Факторы, влияющие на процесс межфазного взаимодействия ВТ композита с жидкой средой.</p>
--	--	---

KM2	КР 2	ОПК-4-31;ПК-2-32;ПК-4-31;ПК-2-31;ОПК-1-31;ОПК-1-У1	<p>1.Какие проблемы могут возникнуть при изготовлении ВТ КМ Ni-Al₂O₃. Укажите возможные направления решения?</p> <p>2. КМ Cu-TiN . Укажите возможные причины неудовлетворительных свойств данного КМ. Что можно сделать для улучшения свойств?</p> <p>3.Определите возможность протекания химического взаимодействия в КМ, состоящим из волокон TiO₂ и матрицы из алюминия при 1000 С.</p> <p>4. Определите возможность протекания химического взаимодействия в КМ, состоящим из волокон V₂O₃ и матрицы из алюминия при 1000 С.</p> <p>5. Как изменяются физико-механические свойства пластичного Ni за счёт введения в его структуру волокон Al₂O₃ и почему?</p> <p>6.Какие подходы к решению проблемы совместимости волокна и матрицы в КМ вам известны? В чем суть подхода «Разработка матриц с низкой реакционной способностью»?</p> <p>7.Почему в композиционном материале (волокно – С, матрица – Al) при испытании на растяжение может не реализовываться теоретический уровень прочности? Какие меры вы можете предложить для улучшения свойств?</p> <p>8.Как зависит адгезионная прочность между волокном и матрицей от смачиваемости и типом связи между ними. Материал матрицы плохо смачивает волокно. Как можно увеличить краевой угол смачивания?</p> <p>9.Волокнистый КМ Al-C (графит) (Al - матрица, C - волокно). Укажите возможные причины неудовлетворительных свойств данного КМ. Что можно сделать для улучшения свойств?</p> <p>10.Опишите процесс формирования переходной зоны между волокном и матрицей в КМ C(графит) - волокно, Ti, Al - матрица.</p> <p>11.КМ состоит из волокон В и металлической матрицы. Какой материал из известных вам следует выбрать в качестве матрицы чтобы минимизировать вероятность формирования значительных напряжений из-за несовместимости по термическому расширению.</p> <p>12. Волокнистый композиционный материал состоит из волокон бора и металлической матрицы. Опишите условия, при которых в качестве матрицы следует выбрать – алюминий, титан.</p> <p>13. Почему в композиционном материале (волокно – В, матрица – Ti) при испытании на растяжение может не реализовываться теоретический уровень прочности? Какие меры вы можете предложить для улучшения свойств?</p> <p>14.Известно три класса композиционных материалов (КМ). К какому классу волокнистых КМ можно отнести алюминий-бор (возможно несколько правильных вариантов)?</p> <p>1)Первый 2)Второй 3)Третий 4)Псевдопервый</p> <p>15.Для КМ Al-B характерно снижение прочности при растяжении в процессе длительного отжига при относительно невысоких температурах. Чем это можно объяснить?</p> <p>16.Почему волокнистые КМ могут обладать высокой вязкостью разрушения даже при значительном содержании высокомолекулярного упрочнителя?</p>
5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Курсовая работа	ПК-2-31;ПК-2-У2;ПК-4-У1;ПК-4-В1	Расчет Коэффициентов диффузии элементов высокотемпературного покрытия

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

Экзаменационный билет состоит из 5 вопросов.

1-ый и 2-ой вопрос - по разделу №1 "Составы композитов для работы в условиях высоких температур. Термодинамическая и кинетическая совместимость высокотемпературных и сверхтвёрдых материалов, Прочностная совместимость высокотемпературных и сверхтвёрдых материалов"

3-ий вопрос - по разделу №2 "Влияние поверхности (поверхностной энергии, смачивания твёрдой фазы жидкой) в совместимости материалов. Прочность связи на границе раздела фаз. Термическая стабильность поверхности раздела в композиционных материалах"

4-ый и 5-ый вопрос - по разделу №1 "Совместимость фаз при формировании и эксплуатации керамикометаллических композиционных материалов, композиционных материалов с алюминиевой и титановой матрицами, упрочненных волокнами В, С, SiC, Al₂O₃"

Вопросы могут быть как теоретическими, так и расчетными.

Задачи в билетах являются типовыми, и подобные задачи обучающийся решает по ходу выполнения текущих работ дисциплины. Билеты хранятся на кафедре. В приложении приведены типовые экзаменационные билеты. 2-ой

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

По курсу предусмотрен экзамен.

Оценка «отлично» - даны правильные ответы на 5 вопросов в экзаменационном билете.

Оценка «хорошо» - даны правильные ответы на 4 вопроса в экзаменационном билете.

Оценка «удовлетворительно» - даны правильные ответы на 3 вопроса в экзаменационном билете.

Оценка «неудовлетворительно» - даны правильные ответы менее чем на 3 вопроса в экзаменационном билете.

Оценка «не явка» – обучающийся на экзамен не явился или не выполнил текущие контрольные мероприятия и выдаваемые преподавателем расчетные задания.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Кобелев А. Г., Лысак В. И., Чернышев В. Н., Кузнецов Е. В.	Материаловедение и технология композиционных материалов: учебник для студ. вузов спец. 110600 'Обработка металлов давлением', 110800 'Композиционные и порошковые материалы, покрытия'	Библиотека МИСиС	М.: Интермет инжиниринг, 2006
Л1.2	Меткалф А. Дж., Эберт Л. Дж., Райт П. К., др. А. Дж., Меткалф И. Л., Светлов	Т.1: Поверхности раздела в металлических композитах	Библиотека МИСиС	М.: Мир, 1978
Л1.3	Блинков И. В., Челноков В. С.	Композиционные материалы: учеб. пособие для студ. вузов напр. 651800-Физическое материаловедение и спец. 070800-Физ.-хим. методы исслед. процессов и материалов	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2004

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Никифорова Э. М., Еромасов Р. Г., Шиманский А. Ф.	Физикохимия керамических, композиционных и наноматериалов: учебное пособие	Электронная библиотека	Красноярск: Сибирский федеральный университет (СФУ), 2016
Л2.2	Хацринов А. И., Хацринова Ю. А., Сулейманова А. З., Хацринова О. Ю.	Физикохимия неорганических композиционных материалов: учебное пособие	Электронная библиотека	Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2016

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.3	Варенков А. Н., Донских Н. М.	Композиционные материалы: Учеб. пособие по выполнению курсовой работы для студ. спец. 070800	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2000

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	№642 Композиционные материалы: курс лекций Блинков И.В. Челноков В.С. 2004, с.105 Url: http://elibrary.misis.ru/action.php? kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document &fDocumentId=2545	http://elibrary.misis.ru/action.php? kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumen tId=2545
----	--	---

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	ОС Linux (Ubuntu) / Windows
П.3	WinRAR
П.4	Microsoft Excel
П.5	Microsoft PowerPoint

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Лекционные занятия нацелены на изучение студентами знаний в области совместимости компонентов композиционных материалов и применения различных подходов для решения проблем несовместимости. Практические занятия систематизируют и закрепляют теоретический материал путем решения задач, а также самостоятельного выполнения заданий.

Проведение аудиторных занятий предусматривает использование в учебном курсе активных и интерактивных технологий:
- проведение лекций с использованием интерактивных и мультимедийных технологий (презентация в формате MS Power Point);

- использование при проведении лекционных занятий активных форм обучения учебных видеоматериалов.

Усвоение дисциплины требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей аттестации.

1. Лекции читаются в форме презентаций с использованием компьютерной программы Power Point.

2. На практических занятиях используются имитационные активные методы обучения, например, деловая игра (игровой метод), решение ситуативных задач, анализ конкретной ситуации. Используются также интерактивные технологии обучения, в частности, с использованием ресурсов интернета, электронных учебников и справочников в режиме реального времени.

3. В самостоятельной работе при проработке лекционного материала, подготовке к практическим занятиям обучающийся использует учебные пособия, опорные конспекты.

4. Самостоятельная работа студентов контролируется посредством индивидуальных опросов на практических занятиях и лекциях, контрольных работ, проводимых в часы практических занятий.