

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 30.08.2023 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)

Высокотемпературные и сверхтвердые функциональные и конструкционные материалы

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	3 ЗЕТ	
Часов по учебному плану	108	Формы контроля в семестрах:
в том числе:		зачет с оценкой 1
аудиторные занятия	23	
самостоятельная работа	85	

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	6	6	6	6
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	23	23	23	23
Контактная работа	23	23	23	23
Сам. работа	85	85	85	85
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

дтн, профессор, Бубненко Игорь Анатольевич; ктн, доцент, Полушин Николай Иванович

Рабочая программа

Высокотемпературные и сверхтвердые функциональные и конструкционные материалы

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 Д.В.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель – получить знания, умения и навыки в области высокотемпературных и сверхтвёрдых функциональных и конструкционных материалов, связанных с их созданием и изучением их свойств.
1.2	Задачи: научить
1.3	1. теоретическим и практическим основам создания высокотемпературных и сверхтвёрдых функциональных и конструкционных материалов;
1.4	2. выбирать составы и технологические схемы получения высокотемпературных и сверхтвёрдых функциональных и конструкционных материалов с заданными свойствами;
1.5	3. анализировать процессы, протекающие при получении и эксплуатации высокотемпературных и сверхтвёрдых функциональных и конструкционных материалов;
1.6	4. контролировать свойства высокотемпературных и сверхтвёрдых функциональных и конструкционных материалов.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Высокотемпературные и сверхтвёрдые покрытия	
2.2.2	Математическое моделирование процессов и материалов	
2.2.3	Производственная практика	
2.2.4	Технологии получения материалов	
2.2.5	Физико-химия получения и обработки высокотемпературных и сверхтвёрдых материалов	
2.2.6	Высокотемпературная совместимость материалов	
2.2.7	Высокотемпературные керамические материалы	
2.2.8	Графитовые и углеродкарбидокремниевые материалы на основе порошкообразных наполнителей	
2.2.9	Стандартизация и сертификация порошковых высокотемпературных и сверхтвёрдых материалов	
2.2.10	Управление проектами	
2.2.11	Электронная структура, природа химической связи и свойства неорганических соединений	
2.2.12	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.13	Преддипломная практика	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-1: Способен с учётом результатов исследований и контроля свойств высокотемпературных и сверхтвёрдых материалов (ВТиСТМ) на основе тугоплавких металлов, керамики, углеродных систем, их композиций, алмазов и нитрида бора (в том числе с наноструктурой) и конкретных условий их эксплуатации обосновывать и разрабатывать наиболее рациональные способы их получения с заданной структурой и составом
Знать:
ПК-1-33 Календарные и сетевые планы смежных подразделений
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-4-32 Информацию по основным механизмам роста кристаллов.
ОПК-4-31 Информацию по высокотемпературным и сверхтвёрдым функциональным и конструкционным материалам, касающихся различных видов высокотемпературных (ВТ) теплозащитных материалов (ТЗМ), основам капиллярной теории, используемой при получении ВТ ТЗМ, механизмов карбидообразования, технологических основ получения и их свойств; добычи, обогащения, физико-химических свойств природных алмазов, структуры кристаллов алмаза, структуры и свойств кристаллических модификаций нитрида бора.
ПК-1: Способен с учётом результатов исследований и контроля свойств высокотемпературных и сверхтвёрдых материалов (ВТиСТМ) на основе тугоплавких металлов, керамики, углеродных систем, их композиций, алмазов и нитрида бора (в том числе с наноструктурой) и конкретных условий их эксплуатации обосновывать и разрабатывать наиболее рациональные способы их получения с заданной структурой и составом
Знать:

ПК-1-32 Формы необходимых документов (техническое задание, календарный план, сетевой график)
ПК-3: Способен обоснованно использовать знания о типовых технологических процессах, участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки материалов и изделий из них в области материаловедения и технологии материалов
Знать:
ПК-3-32 Физико-химические и технологические основы добычи природных алмазов, методы получения нитрида бора.
ПК-3-31 Технологические особенности получения высокотемпературных теплозащитных материалов.
ПК-1: Способен с учётом результатов исследований и контроля свойств высокотемпературных и сверхтвёрдых материалов (ВТиСТМ) на основе тугоплавких металлов, керамики, углеродных систем, их композиций, алмазов и нитрида бора (в том числе с наноструктурой) и конкретных условий их эксплуатации обосновывать и разрабатывать наиболее рациональные способы их получения с заданной структурой и составом
Знать:
ПК-1-31 Содержание, характер и продолжительность "элементарных" операций контроля, измерения и испытания
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 Основные методы тепловой защиты, требования к высокотемпературным теплозащитным материалам, их классификацию и критерии сравнения.
ОПК-1-33 Технологические особенности получения высокотемпературных теплозащитных материалов.
ОПК-1-32 Основы капиллярной теории (смачивание, растекание, капиллярная пропитка), процессы науглероживания расплавов карбидообразующих металлов, возможные механизмы образования карбида кремния.
ПК-1: Способен с учётом результатов исследований и контроля свойств высокотемпературных и сверхтвёрдых материалов (ВТиСТМ) на основе тугоплавких металлов, керамики, углеродных систем, их композиций, алмазов и нитрида бора (в том числе с наноструктурой) и конкретных условий их эксплуатации обосновывать и разрабатывать наиболее рациональные способы их получения с заданной структурой и составом
Знать:
ПК-1-34 Перспективные направления и последние достижения современной науки и техники в области производства объёмных нанометаллов, сплавов, композитов на их основе и изделий из них
Уметь:
ПК-1-У3 Формулировать, обосновывать и согласовывать вносимые предложения
ПК-3: Способен обоснованно использовать знания о типовых технологических процессах, участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки материалов и изделий из них в области материаловедения и технологии материалов
Уметь:
ПК-3-У2 Сравнить методы добычи и обогащения природных алмазов.
ПК-1: Способен с учётом результатов исследований и контроля свойств высокотемпературных и сверхтвёрдых материалов (ВТиСТМ) на основе тугоплавких металлов, керамики, углеродных систем, их композиций, алмазов и нитрида бора (в том числе с наноструктурой) и конкретных условий их эксплуатации обосновывать и разрабатывать наиболее рациональные способы их получения с заданной структурой и составом
Уметь:
ПК-1-У2 Разрабатывать предложения по совершенствованию технологического процесса и организации работ по его обеспечению
ПК-1-У1 Анализировать процесс разработки продукции
ПК-3: Способен обоснованно использовать знания о типовых технологических процессах, участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки материалов и изделий из них в области материаловедения и технологии материалов
Уметь:
ПК-3-У1 Проводить оценку окисления теплозащитных материалов.
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-У3 Рассчитывать глубину пропитки расплавом пористого углеродного 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
Уметь:
ОПК-4-У1 Определять удельную свободную поверхностную энергию углеродного материала для проведения расчетов движущей силы растекания, теоретически определять глубину пропитки расплавом пористого графита, определять движущую силу растекания расплавов для различных углеродных материалов.
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 Рассчитывать движущую силу растекания.
ОПК-1-У2 Определять удельную свободную поверхностную энергию.
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-У3 Обрабатывать дифрактограммы графита и алмаза, определять параметры решетки, размеры ОКР, уровень микроискажений.
ОПК-4-У4 Обрабатывать дифрактограммы различных модификаций нитрида бора.
ОПК-4-У2 Определять тип кристаллической структуры полиморфных модификаций углерода.
ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях
Владеть:
ОПК-1-В1 Способами измерения температуры в условиях невозможности прямого измерения термопарой и пирометром.
ПК-3: Способен обоснованно использовать знания о типовых технологических процессах, участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки материалов и изделий из них в области материаловедения и технологии материалов
Владеть:
ПК-3-В1 Способами определения температуры в условиях невозможности прямого измерения термопарой и пирометром (сильное газовыделение, темная зона для пирометра, слишком высокая температура для измерения термопарой).

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. Определение высокотемпературных теплозащитных материалов и необходимость их создания для аэрокосмической техники							
1.1	Определение высокотемпературных (ВТ) теплозащитных материалов (ТЗМ) и необходимость их создания для аэрокосмической техники, методы тепловой защиты, абляционная теплозащита, требования к ВТ ТЗМ, окисление, классификация, критерии сравнения. /Лек/	1	1	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ПК-1-31 ПК-1-33 ПК-1-34	Л1.4			
1.2	Окисление теплозащитных материалов в диффузионном и кинетическом режиме, уравнение окисления Звягина - Бовиной. /Ср/	1	4	ОПК-4-31 ПК-3-У1	Л1.4			

1.3	Самостоятельная работа по подготовке к лекции. /Ср/	1	4	ОПК-4-31 ПК-1-31	Л1.4			
	Раздел 2. Основы капиллярной теории (смачивание, растекание, капиллярная пропитка), науглероживание расплавов, возможные механизмы образования карбида кремния при формировании керамической матрицы высокотемпературных теплозащитных материалов							
2.1	Основы капиллярной теории (смачивание, растекание, самопроизвольная пропитка), науглероживание расплавов, возможные механизмы образования карбида кремния. /Лек/	1	1	ОПК-1-32 ОПК-4-31 ОПК-4-32	Л1.3			
2.2	Проведение расчетов по уравнению движущей силы растекания для разных видов углеродных материалов, различающихся величиной удельной свободной поверхностной энергии на границе твердое тело-газ. /Пр/	1	2	ОПК-1-У1	Л1.3			Р1
2.3	Определение удельной свободной поверхностной энергии углеродного материала методом нейтральной капли, методом сравнения. /Пр/	1	2	ОПК-1-У2 ОПК-4-У1	Л1.3			Р2
2.4	Теоретическое определение глубины пропитки расплавом пористого углеродного материала. /Пр/	1	3	ОПК-1-У3 ОПК-4-У1	Л1.3			Р3
2.5	Вывод уравнения Юнга. /Ср/	1	2	ОПК-1-32 ОПК-4-31	Л1.3			
2.6	Вывод уравнения зависимости косинуса краевого угла смачивания от соотношения работ адгезии и когезии. /Ср/	1	2	ОПК-1-32 ОПК-4-31	Л1.3			
2.7	Вывод уравнения Лапласа. /Ср/	1	2	ОПК-1-32 ОПК-4-31	Л1.3			
2.8	Вывод уравнения поверхностного двумерного давления. /Ср/	1	2	ОПК-1-32 ОПК-4-31	Л1.3			
2.9	Методы изучения процессов смачивания. /Ср/	1	2	ОПК-1-32 ОПК-4-31	Л1.3			
2.10	Кинетический и физико-химический гистерезис. /Ср/	1	2	ОПК-1-31 ОПК-4-31	Л1.3			

2.11	Влияние шероховатости, пористости и гетерогенности поверхности на краевой угол смачивания. /Ср/	1	2	ОПК-1-31 ОПК-4-31	Л1.3			
2.12	Критерий растекания Харкинса, вывод уравнения движущей силы растекания. /Ср/	1	2	ОПК-1-31 ОПК-4-31	Л1.3			
2.13	Кинетический, инерционный и вязкий режимы растекания. /Ср/	1	2	ОПК-4-31	Л1.3			
2.14	Влияние взаимодействия жидкости с твердым телом на процесс растекания. /Ср/	1	2	ОПК-4-31 ОПК-4-У1	Л1.3			
2.15	Влияние внешних воздействий на процесс растекания. /Ср/	1	2	ОПК-1-32 ОПК-4-31	Л1.3			
2.16	Основные уравнения науглероживания расплавов. /Ср/	1	2	ОПК-1-32 ОПК-4-31	Л1.3			
2.17	Механизмы образования карбида кремния: растворения-осаждения, диффузионный механизм, комбинированный механизм. /Ср/	1	4	ОПК-4-31 ОПК-4-32	Л1.3			
	Раздел 3. Технологические основы получения высокотемпературных теплозащитных материалов и их свойства							
3.1	Некоторые характеристики наполнителей для ВТ ТЗМ. Технологические особенности получения ВТ ТЗМ (низкоплотный материал на основе оксидных микросфер и натрийборосиликатных микросфер, углепластики, конструкционные углеродкерамические материалы, углерод-углеродные композиционные материалы, ультралегковесные ВТ ТЗМ на основе кварцевого волокна). /Лек/	1	1	ОПК-1-33 ОПК-4-31 ПК-3-31 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3	Л1.4			
3.2	Способы определения температуры в условиях невозможности прямого измерения термопарой и пирометром (сильное газовыделение, темная зона для пирометра, слишком высокая температура для измерения термопарой). Контрольная работа /Пр/	1	1	ОПК-1-В1 ПК-3-В1	Л1.1		КМ1,К М3,КМ 2	Р4
3.3	Самостоятельная работа по подготовке к лекции. /Ср/	1	4	ОПК-4-31 ПК-3-31 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3	Л1.4			

	Раздел 4. Добыча, обогащение, физико-химические свойства природных алмазов							
4.1	Основные гипотезы о происхождении алмазов, характеристики кимберлита и других сопутствующих пород, физико-химические и технологические основы добычи природных алмазов. /Лек/	1	1	ОПК-4-31	Л1.2			
4.2	Особенности различных типов коренных природных месторождений алмаза: Африка, Восточная Сибирь, Австралия, Америка, Архангельская область. /Пр/	1	2	ПК-3-32	Л1.2			P5
4.3	Историческое развитие методов добычи и обогащения природных алмазов. /Пр/	1	2	ПК-3-32 ПК-3-У2	Л1.2			P6
4.4	Самостоятельная работа по подготовке к лекции. /Ср/	1	18	ОПК-4-31 ПК-3-32 ПК-3-У2	Л1.2			
	Раздел 5. Реальная структура кристаллов алмаза							
5.1	Минералогическая классификация алмазного сырья по Ю.Орлову. Кристаллография, связь свойств и строения, энергия решетки, методы исследование алмаза. Реальная структура алмаза, основные механизмы роста, влияние дефектов на свойства алмаза. Физическая классификация алмазов. /Лек/	1	1	ОПК-4-31 ОПК-4-32 ПК-1-32	Л1.2 Л1.5			
5.2	Кристаллическая структура полиморфных модификаций углерода. /Пр/	1	1	ОПК-4-У2	Л1.2 Л1.5			P7
5.3	Обработка дифрактограмм графита и алмаза, определение параметров решетки, размера ОКР, уровня микроискажений. Основные механизмы роста кристаллов. /Пр/	1	2	ОПК-4-У3	Л1.2 Л1.5			P8
5.4	Самостоятельная работа по подготовке к лекции. /Ср/	1	20	ОПК-4-31 ОПК-4-32 ПК-1-32	Л1.2 Л1.5			
	Раздел 6. Структура и физико-химические свойства кристаллических модификаций нитрида бора							

6.1	Модификации, структура, физико-химические свойства, методы получения, дефекты модификаций нитрида бора. /Лек/	1	1	ОПК-4-31 ПК-1-32	Л1.2 Л1.5			
6.2	Обработка дифрактограмм α BN, β BN и γ BN. Кристаллическая структура полиморфных модификаций нитрида бора. /Пр/	1	1	ОПК-4-У4	Л1.2 Л1.5			P9
6.3	Контрольная работа. /Пр/	1	1	ОПК-4-31 ОПК-4-32 ОПК-4-У2 ОПК-4-У3 ОПК-4-У4 ПК-3-32 ПК-3-У2 ПК-1-32	Л1.2 Л1.5		КМ4	
6.4	Самостоятельная работа по подготовке к лекции. /Ср/	1	7	ОПК-4-31 ПК-1-32	Л1.2 Л1.5			

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 "Определение высокотемпературных (ВТ) теплозащитных материалов (ТЗМ) и необходимость их создания для аэрокосмической техники. Методы тепловой защиты, абляционная теплозащита."	ОПК-4-31;ОПК-4-32	<p>Какая часть тепловой энергии должна быть воспринята теплозащитными конструкциями многоразового орбитального корабля?</p> <p>В какое состояние переходит набегающий поток воздуха при движении космического корабля на атмосферном участке подъема и спуска?</p> <p>Назовите основные методы тепловой защиты.</p> <p>От какого фактора зависит эффективность метода пассивной теплозащиты?</p> <p>Какой химический элемент наиболее эффективен для метода пассивной теплозащиты?</p> <p>Что такое термолетность?</p> <p>От каких факторов зависит уровень касательных напряжений в теплозащитном материале?</p> <p>От каких факторов в первом приближении зависит скорость окисления в диффузионном режиме?</p> <p>От чего зависит окислительный потенциал продуктов сгорания?</p> <p>От каких факторов зависит скорость окисления в кинетическом режиме?</p> <p>По каким критериям можно сравнивать ВТ ТЗМ?</p> <p>Какие процессы протекают при эксплуатации теплозащитных материалов?</p> <p>Какие виды модельных структур углеродного волокна Вам известны?</p>

КМ2	Контрольная работа "Основы капиллярной теории. "	ОПК-1-32;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2	<p>Дайте определение краевого угла смачивания. Какие краевые углы называются неравновесными? Какие краевые углы называются статическими? Какие краевые углы называются контактными? Какие краевые углы называются динамическими? Назовите условия несмачивания, ограниченного смачивания и полного смачивания. При каком условии удельная свободная поверхностная энергия равна поверхностному натяжению? Что такое работа адгезии? Что такое работа когезии? Каким образом экспериментально можно определить работу адгезии? От каких параметров зависит капиллярное давление? Чему равна капиллярная постоянная? От каких параметров зависит поверхностное (двухмерное) давление? Дайте определение теплоты смачивания. Что такое гистерезис смачивания? Чем обусловлен кинетический гистерезис смачивания? Чем обусловлен физико-химический гистерезис смачивания? Что такое макрокраевой угол? Как будет изменяться макрокраевой угол при увеличении шероховатости и краевом углу меньше 90°? Что называется растеканием? Что такое критерий растекания Харкинса? В инерционном режиме растекания радиус растекающейся капли зависит от ее массы? В вязком режиме растекания радиус растекающейся капли зависит от ее массы? Что такое капиллярная сила? При каком условии возможна самопроизвольная пропитка? В уравнении Дерягина глубина пропитки зависит от радиуса капилляра? Как изменяется скорость движения жидкости по капиллярной системе при увеличении угла наклона по отношению к горизонту? Науглероживание расплавов, возможные механизмы образования карбида кремния при формировании керамической матрицы высокотемпературных теплозащитных материалов. Какими уравнениями описывается процесс растворения углерода в расплавах? Назовите основные возможные механизмы образования карбида кремния при пропитке пористого графита кремнием. Какими уравнениями описывается процесс образования слоя карбида кремния на разных временных интервалах?</p>
-----	--	----------------------------	---

КМЗ	Контрольная работа "Технологические основы получения высокотемпературных теплозащитных материалов и их свойства."	ОПК-1-33;ОПК-1-31	<p>Какова атомно-молекулярная структура углеродного волокна? Что включает модель углеродного ПАН-волокна Джонсона? В чем состоит особенность гетерогенной структуры ПАН-волокна? В чем состоит преимущество использования микросфер при получении ВТ ТЗМ? Какое химическое соединение образуется при взаимодействии микросфер из оксида алюминия с натрийборосиликатными микросферами, какова его температура плавления? При каких параметрах происходит спекание микросфер из оксида алюминия с натрийборосиликатными микросферами? Назовите основные стадии получения углеволокнита? Какие основные компоненты содержат углерод-углеродные материалы перед стадией образования керамической фазы? При каких параметрах происходит спекание микросфер из оксида алюминия с натрийборосиликатными микросферами? Назовите основные стадии получения углеволокнита? Какие основные компоненты содержат углерод-углеродные материалы перед стадией образования керамической фазы? Какова роль фенолформальдегидной смолы при получении конструкционного углерод-керамического композиционного материала? Какова роль пироуглерода в технологии получения углерод-керамических композиционных материалов? Какое значение плотности исходного углерод-углеродного материала оптимально для получения углерод-керамического композиционного материала типа "Гравимол" При каком значении плотности углерод-керамический материал типа "Гравимол" имеет максимальное значение предела прочности при изгибе, сдвиге и максимальную работу разрушения? Какова роль фенолформальдегидной смолы при получении конструкционного углерод-керамического композиционного материала? Какова роль пироуглерода в технологии получения углерод-керамических композиционных материалов? Какое значение плотности исходного углерод-углеродного материала оптимально для получения углерод-керамического композиционного материала типа "Гравимол" При каком значении плотности углерод-керамического материала «Гравимол» достигаются максимальные значения пределов прочности на изгиб и сдвиг? Что происходит при увеличении плотности углерод-керамического материала типа "Гравимол" выше значения 2,2 г/см³? Что является важным фактором прочности и долговечности при изготовлении углерод-керамических композиционных материалов на основе волокнистых наполнителей? Какие процессы необходимо исключить при создании углерод-керамического материала на основе волокнистых наполнителей типа "Гравимол"? Перечислите основные этапы технологической схемы получения деталей из углерод-керамических композиционных материалов? Какие процессы необходимо исключить при создании углерод-керамического материала на основе волокнистых наполнителей типа "Гравимол"? Перечислите основные этапы технологической схемы получения деталей из углерод-керамических композиционных материалов? Какой размер преобладающих пор необходимо получить в системе транспортной пористости исходного материала для силицирования (карбонизованной углепластиковой заготовки)? Что происходит при наличии пор меньше и больше оптимального диапазона? Какие основные свойства имеют углерод-углеродные композиционные материалы?</p>
-----	--	-------------------	---

КМ4	Вопросы для внутресемерстрового контроля (разделы 4-6)	ПК-1-32;ПК-1-33;ПК-1-31;ПК-1-34;ПК-3-32;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-3-У2;ПК-3-В1	<p>Основные гипотезы о происхождении алмазов в природе. Характеристики сопутствующих алмазу пород. Методы добычи и обогащения алмазов. Свойства минералов, используемые при обогащении. Технологическая схема добычи природных алмазов. Использование люминесценции алмаза при его добыче. Использование флотации при добыче алмазов. Основные типы природных поликристаллов алмаза. Минералогическая классификация по Орлову. Структура кубических и гексагональных кристаллов алмаза. Структура графита и нанодисперсных форм углерода. Связь свойств алмаза с особенностями его строения. Поверхностная энергия и ее расчет для кристаллов алмаза. Связь величины удельной полной поверхностной энергии алмаза с его физико-химическими свойствами. Примеси в алмазах и методы их определения. Изотопный состав углерода в алмазах. Особенности внутреннего строения алмаза и методы его исследования. Секториальное строение и блочность. Основные механизмы роста кристаллов. Двойникование кристаллов алмаза. Дефекты в кристаллах алмаза. Дислокации в алмазе. Механизм пластической деформации в алмазе. Деформационное упрочнение. Реальные структуры кристаллов алмаза. Физическая классификация алмазов. Концентрация и типы примесных дефектов в алмазе. Влияние микродефектов на свойства алмаза. Кристаллическое строение модификаций BN. Физико-химические свойства модификаций BN. Рентгеновские методы исследования фазового состава и структуры. Реальная кристаллическая структура модификаций BN. Методы получения и свойства модификаций BN. Области применения кристаллических модификаций BN.</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
Р1	Контрольные вопросы для защиты Практической работы №1 "Проведение расчетов по уравнению движущей силы растекания для разных видов углеродных материалов, различающихся величиной удельной свободной поверхностной энергии на границе твердое тело - газ	ОПК-4-У1	<p>В чем сходство и различие данного уравнения с критерием растекания Харкинса? От каких величин зависит движущая сила растекания?</p>

P2	Контрольные вопросы для защиты Практической работы №2 "Определение удельной свободной поверхностной энергии углеродного материала методом нейтральной капли, методом сравнения".	ОПК-4-У1;ОПК-1-У3	Для чего необходимо иметь данные об удельной свободной поверхностной энергии на границе твердое тело – газ? Какой металл наилучшим образом подходит для определения удельной свободной поверхностной энергии на границе твердое тело – газ методом «нейтральной капли» (тройной точки)?
P3	Контрольные вопросы для защиты Практической работы №3 "Теоретическое определение глубины пропитки расплавом пористого графита".	ПК-1-У2;ПК-1-У1;ОПК-1-У3	В чем состоит недостаток использования частного случая уравнения Уошборна? Какой фактор необходимо учитывать при расчетах глубины пропитки углеродных материалов карбидообразующими металлами? Какой вид массопереноса может наблюдаться при пропитке пористого графита расплавом кремния?
P4	Контрольные вопросы для защиты Практической работы №4 "Способы определения температуры в условиях невозможности прямого измерения термпарой и пирометром (сильное газовыделение, темная зона для пирометра, слишком высокая температура для измерения термпарой)".	ОПК-1-В1;ОПК-1-У3	Какие методы могут быть использованы для измерения температуры в условиях невозможности прямого измерения термпарой и пирометром? Как определить температуру при использовании метода Рамановской спектроскопии?
P5	Контрольные вопросы для защиты Практической работы №5 "Особенности различных типов коренных природных месторождений алмаза: Африка, Восточная Сибирь, Австралия, Америка, Архангельская область".	ПК-1-У3	Основные гипотезы происхождения алмазов в природе. Типы месторождений алмазов в природе. Характеристики пород, соседствующих алмазу. Особенности месторождений алмазов на различных континентах. Физико-химические свойства алмаза и сопутствующих пород.

P6	Контрольные вопросы для защиты Практической работы №6 "Историческое развитие методов добычи и обогащения природных алмазов".	ПК-1-34	Добыча алмазов в древности и открытие первых коренных месторождений. Технологические схемы добычи природных алмазов. Свойства алмаза и сопутствующих пород. Использование рентгеновских методов при добыче алмаза. Использование флотационных методов при добыче алмаза.
P7	Контрольные вопросы для защиты Практической работы №7 "Кристаллическая структура полиморфных модификаций углерода".	ОПК-4-У2	Кристаллическая структура полиморфных модификаций углерода. Дефекты в кристаллической структуре полиморфных модификаций углерода. Нанодисперсные модификации углерода. Методы получения нанодисперсных модификаций углерода. Плотные модификации углерода: алмаз и лонсдейлит.
P8	Контрольные вопросы для защиты Практической работы №8 "Обработка дифрактограмм графита и алмаза, определение параметров решетки, размера ОКР, уровня микроискажений. Основные механизмы роста кристаллов".	ОПК-4-У3;ОПК-4-У4	Методика определения параметров решетки по дифрактограммам углерода. Методика определения размера ОКР по дифрактограммам углерода. Методика определений уровня микроискажений по дифрактограммам углерода. Основные механизмы роста кристаллов. Эпитаксиальный рост монокристаллов алмаза.
P9	Контрольные вопросы для защиты Практической работы №9 "Обработка дифрактограмм α BN, β BN и γ BN. Кристаллическая структура полиморфных модификаций нитрида бора".	ОПК-4-У4	Методика определения параметров решетки по дифрактограммам нитрида бора. Методика определения размера ОКР по дифрактограммам нитрида бора. Методика определений уровня микроискажений по дифрактограммам нитрида бора. Методы получения модификаций нитрида бора. Методы получения модификаций графитоподобного нитрида бора.
5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)			
Экзамен не предусмотрен.			

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

Обучающиеся для получения зачета должны выполнить все работы, указанные в данном разделе. Оценка формируется как среднеарифметическое из оценок за текущие контрольные и практические работы.

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

Оценка «не явка» – обучающийся на экзамен не явился.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Крутский Ю. Л.	Производство углеграфитовых материалов: учебное пособие	Электронная библиотека	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012
Л1.2	Поляков В. П., Ножкина А. В., Чириков Н. В.	Алмазы и сверхтвердые материалы: Учеб. пособие для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1990
Л1.3	Елютин В. П., Костиков В. А., Лысов Б. С., др.	Высокотемпературные материалы. Ч.2: Получение и физико-химические свойства высокотемпературных материалов: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1973
Л1.4	Челноков В. С., Елютин В. П.	Высокотемпературные материалы: Разд.: Высокотемпературные теплозащитные материалы: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1988
Л1.5	Полушин Н. И., Калашников Я. А., Спицын Б. В.	Процессы получения и свойства сверхтвердых материалов: практикум	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 2009

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	Microsoft Excel
П.3	Microsoft PowerPoint

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	www.sciencedirect.com
И.2	www.elsevier.com/locate/jeurceramsoc
И.3	Springer Science + Business Media, Inc
И.4	www.elsevier.com/locate/IJRMHM
И.5	www.elsevier.com/locate/msea
И.6	www.elsevier.com/locate/ceramint
И.7	www.elsevier.com/locate/carbon

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ		
Ауд.	Назначение	Оснащение
A-104	Лаборатория Техники физико-химического эксперимента:	рабочее места преподавателя, комплект учебной мебели для обучающихся. Лабораторный стенд для измерения температуры термометрами сопротивления и термопарами; лабораторные установки для измерения температуры оптическим пирометром и его поверки (2 шт); лабораторный стенд для регулирования и контроля малых потоков газа; лабораторный стенд для создания газовых потоков и измерения расхода газа; лабораторный стенд для измерения вакуума датчиками ПМТ и ПМИ с использованием ВИТ; лабораторный стенд для измерения вакуума компрессионным манометром и градуировки термодарного манометра; лабораторная установка для изучения устройства и принципа работы мембранного насоса; лабораторная установка для изучения устройства и принципа работы диффузионного насоса (вакуумная станция, вакуумная трубчатая печь)
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
8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ		
Для освоения дисциплины рекомендуется изучать тему занятия до его проведения, используя литературу, указанную в разделе Содержание.		