

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной 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)

Физико-химические основы и технологии композиционных материалов. Технологии углеродных материалов и графитов

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

72

самостоятельная работа

36

часов на контроль

36

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	19			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	36	36	36	36
Лабораторные	18	18	18	18
Практические	18	18	18	18
Итого ауд.	72	72	72	72
Контактная работа	72	72	72	72
Сам. работа	36	36	36	36
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

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

Рабочая программа

Физико-химические основы и технологии композиционных материалов. Технологии углеродных материалов и графитов

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 углеродных, углеродных, графитированных и композиционных материалов на основе углерод-углеродное волокно, обучить выбору технологий получения углеродных, углеродных, графитированных и композиционных материалов на основе углерод-углеродное волокно различного назначения с учетом требуемых свойств для их конкретного применения, теоретическим основам конструирования углеродных, углеродных, графитированных и композиционных материалов на основе углерод-углеродное волокно, особенностям методов контроля свойств углеродных, углеродных, графитированных и композиционных материалов на основе углерод-углеродное волокно, управлять технологическими процессами получения углеродных, углеродных, графитированных и композиционных материалов на основе углерод-углеродное волокно, эксплуатировать оборудование.
-----	--

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.01
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Научно-исследовательская практика	
2.1.2	Процессы консолидации порошковых материалов	
2.1.3	Процессы СВС как основы синтеза неорганических материалов	
2.1.4	Закономерности, механизмы и методы диагностики процессов горения в СВС-системах	
2.1.5	Технологии инженерии поверхности	
2.1.6	Технологии получения порошкообразных 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-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	
Знать:	
ПК-4-31	Технологические процессы получения углеродных материалов, графитов и композиций на их основе
ПК-3: Способен анализировать результаты эксперимента, выбирать методы исследований, формировать новые направления исследований, определять сферы применения результатов исследований	
Знать:	
ПК-3-31	Основные методы оценки свойств композиций кокс-связующее, сажа-связующее, природных графитов и материалов на их основе, пиролитического углерода и стеклоуглерода
ОПК-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в отрасли металлургии и смежных областях	
Знать:	
ОПК-5-31	Результаты последних разработок и научных исследований в области углеродных материалов и графитов и различных композиций на их основе
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	
Уметь:	
ПК-4-У1	Проводить анализ для выбора мер и средств управления качеством углеродных материалов, графитов и композиций на их основе
ПК-3: Способен анализировать результаты эксперимента, выбирать методы исследований, формировать новые направления исследований, определять сферы применения результатов исследований	
Уметь:	
ПК-3-У1	Анализировать и выбирать методы исследований для оценки свойств композиций кокс-связующее, сажа-связующее, природных графитов и материалов на их основе, пиролитического углерода и стеклоуглерода
ОПК-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в отрасли металлургии и смежных областях	

Уметь:
ОПК-5-У1 Обосновывать собственный выбор по технологии получения углеродных материалов и графитов и различных композиций на их основе
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
Владеть:
ПК-4-В1 Методами анализа качества продукции из углеродных материалов, графитов и композиций на их основе
ПК-3: Способен анализировать результаты эксперимента, выбирать методы исследований, формировать новые направления исследований, определять сферы применения результатов исследований
Владеть:
ПК-3-В1 Методиками статистической обработки экспериментальных результатов.
ОПК-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в отрасли металлургии и смежных областях
Владеть:
ОПК-5-В1 Методиками оценки свойств и качества углеродных материалов, графитов и композиций на их основе

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. Введение. Кристаллические формы углерода. Классификация углеродных и углеграфитовых материалов							
1.1	Кристаллические формы углерода. Классификация углеродных и углеграфитовых материалов. Изучение основных структур углеграфитовых композиций /Лек/	3	2	ПК-3-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2			
1.2	Подготовка к практическим занятиям и контрольной работе №1 /Ср/	3	3	ПК-3-У1 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3			
	Раздел 2. Структура и свойства композиций кокс-связующее							
2.1	Нефтяной кокс. Сырье и производство. Механизмы образования кокса. макро и микроструктура. Пековый кокс. Структура и свойства связующего и их влияние на свойства углеродных композиций. Контрольная работа №1 /Лек/	3	2	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2		КМ1	
2.2	Производство каменноугольного связующего. Структура связующего. Классификация по растворимости и свойства связующего, его основные функции. /Лек/	3	2	ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2			

2.3	Модифицирование связующего. Нефтяное связующее. Синтетическое связующее. Зависимость свойств композиций кокс-связующее от их состава. Композиции с каменноугольными и нефтяными термопластичными связующими. Композиции с терморезистивным связующим. Контрольная работа №2 /Лек/	3	2	ОПК-5-31 ПК-4-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2		КМ2	
2.4	Изучение структуры связующих (нефтяного, синтетического, каменноугольного), изучение свойств связующего, определение зависимостей свойств композиций кокс-связующее от их состава /Лаб/	3	4	ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2			Р1
2.5	Изучение основных видов кокса (нефтяной, игольчатый, изотропный, пековый). Изучение основных видов дефектов в коксах. Изучение пористой структуры коксов. /Пр/	3	2	ПК-3-У1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2			Р7
2.6	Структура и свойства материалов на основе антрацита. Применение. Структура и свойства композиций антрацит-связующее. /Пр/	3	4	ОПК-5-У1 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2			Р8
2.7	Изучение свойств композиций кокс-связующее в зависимости от состава связующего /Лаб/	3	4	ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2			Р2
2.8	Подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам и контрольным работам №1 и №2 /Ср/	3	4	ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3			
	Раздел 3. Структура и свойства композиций сажа-связующее							
3.1	Классификация саж. Механизм образования. Структура саж. Свойства поверхности саж. /Лек/	3	2	ОПК-5-31 ПК-4-31	Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2			
3.2	Морфология частиц саж. Зависимость структуры и свойств композиций сажа-каменноугольный пек от состава. Структура связующего в композициях с сажой. Контрольная работа №3 /Лек/	3	2	ОПК-5-31 ПК-3-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-3-У1	Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2		КМ3	
3.3	Изучение структуры саж и технологий их получения. /Пр/	3	2	ОПК-5-В1 ПК-4-В1	Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2			Р9

3.4	Изменение электронного парамагнитного резонанса при виброизмельчении. Структура связующего в композициях с сажей Формирование структуры вторичных сажевых агрегатов /Пр/	3	4	ПК-4-В1 ОПК-5-В1	Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2			Р10
3.5	Подготовка к практическим занятиям и контрольной работе №3 /Ср/	3	5	ОПК-5-В1 ПК-4-В1 ПК-3-В1 ПК-4-31 ПК-3-31	Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3			
Раздел 4. Структура и свойства природных графитов и материалов на их основе								
4.1	Общие сведения. Классификация месторождений графита. Морфологические виды. Дефекты структуры в кристаллических природных графитах. /Лек/	3	2	ОПК-5-31 ПК-3-31	Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2			
4.2	Аморфизированные графиты. Очистка природных графитов. Зависимость свойств композиций графит-связующее от их состава. Контрольная работа №4. /Лек/	3	2	ОПК-5-31 ПК-4-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2		КМ4	
4.3	Изучение морфологических видов природных графитов. Изучение дефектов структуры в природных графитах /Пр/	3	2	ОПК-5-В1	Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2			Р11
4.4	Изучение механических свойств материалов на основе природных графитов и связующего и на основе кокса и связующего, сопоставление полученных результатов /Лаб/	3	4	ОПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2			Р3
4.5	Подготовка к практическому занятию, лабораторной работе и контрольной работе №4 /Ср/	3	8	ОПК-5-31 ПК-3-31 ОПК-5-В1 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3			
Раздел 5. Межслоевые и фторированные соединения углерода и их применение								
5.1	Общие сведения. Межслоевые соединения углерода. Классификация Донорные межслоевые соединения углерода. Акцепторные межслоевые соединения углерода. Тройные многослойные межслоевые соединения углерода. Межслоевые соединения углерода на основе углеродных волокон. Применение. /Лек/	3	2	ОПК-5-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.3 Л1.8 Л1.10Л2.1 Э1 Э2			

5.2	Продукты переработки межслоевых соединений углерода. Терморасширенный графит. Ультрадисперсный коллоидно-графитовый препарат. Фторированный углерод. /Лек/	3	2	ОПК-5-31 ПК-4-31	Л1.2 Л1.3 Л1.7 Л1.9Л2.1 Э1 Э2			
5.3	Изучение продуктов переработки межслоевых соединений углерода: терморасширенные графиты, коллоидно-графитовые препараты. Применение фтороуглерода для триботехнических назначений. /Пр/	3	2	ПК-4-В1 ПК-3-В1 ОПК-5-В1 ПК-3-31	Л1.1 Л1.3 Л1.6 Л1.9Л2.1 Э1 Э2			Р12
5.4	Подготовка к практическому занятию /Ср/	3	4	ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.3 Л1.5 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10Л2.1 Э1 Э2 Э3			
Раздел 6. Пиролитический углерод								
6.1	Технологические схемы получения пиролитического углерода. Влияние вида углеводорода. Модифицирование пиролитического углерода. Микроструктура и текстура. Механизмы и кинетика образования пироуглерода. Низкотемпературный пироуглерод. /Лек/	3	2	ОПК-5-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.4 Л1.5 Л1.7 Л1.9Л2.1 Э1 Э2			
6.2	Термопластическая рекристаллизация пиролитического углерода. Объемное уплотнение пироуглеродом. Волокнистый пиролитический углерод. /Лек/	3	2	ОПК-5-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.7 Л1.9Л2.1 Э1 Э2			
6.3	Изучение микроструктуры и текстуры пиролитического углерода /Лаб/	3	2	ОПК-5-В1 ПК-3-В1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.8 Л1.9Л2.1 Э1 Э2			Р4
6.4	Подготовка к лабораторной работе /Ср/	3	4	ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.8 Л1.9Л2.1 Э1 Э2 Э3			
Раздел 7. Стеклоуглерод								
7.1	Технологические схемы получения стеклоуглерода. Получение стеклоуглерода из раствора фенолформальдегидной смолы в фурфуроле. /Лек/	3	2	ОПК-5-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.3 Л1.9Л2.1 Э1 Э2			

7.2	Получение стеклоуглерода из фурфуролового спирта и сополимера фурфуролового спирта с формальдегидом. Получение стеклоуглерода из карбоновых полиимидов. /Лек/	3	2	ОПК-5-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.3 Л1.9Л2.1 Э1 Э2			
7.3	Формирование структуры и свойств стеклоуглерода. Стеклоуглерод с металлическими добавками. /Лек/	3	2	ОПК-5-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.3 Л1.9Л2.1 Э1 Э2			
7.4	Изучение структуры и свойств стеклоуглерода /Лаб/	3	2	ОПК-5-У1 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.3 Л1.9Л2.1 Э1 Э2			P5
7.5	Подготовка к лабораторной работе /Ср/	3	2	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.3 Л1.9Л2.1 Э1 Э2 Э3			
Раздел 8. Фуллерены, фуллериты, графены и карбин								
8.1	Получение фуллеренов, их свойства, перспективы применения. Получение фуллеритов, их свойства, перспективы применения. /Лек/	3	2	ОПК-5-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.4 Л1.5Л2.1 Э1 Э2			
8.2	Получение графена, его свойства, перспективы применения. Получение карбина, его свойства и перспективы применения. /Лек/	3	2	ОПК-5-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.4 Л1.5Л2.1 Э1 Э2			
8.3	Изучение технологий получения фуллеренов и графенов /Пр/	3	2	ОПК-5-В1 ПК-3-В1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.4 Л1.5Л2.1 Э1 Э2			P13
8.4	Изучение структуры фуллеренов и графенов /Лаб/	3	2	ОПК-5-У1 ПК-3-У1 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.4 Л1.5Л2.1 Э1 Э2			P6
8.5	Подготовка к практическому занятию и лабораторной работе /Ср/	3	4	ОПК-5-31 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.4 Л1.5Л2.1 Э1 Э2 Э3			
Раздел 9. Пеноуглерод								
9.1	Получение пеноуглерода. Свойства. Применение. /Лек/	3	2	ОПК-5-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.6 Л1.7 Л1.10Л2.1 Э1 Э2			
9.2	Подготовка к экзамену /Ср/	3	2	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10Л2.1 Э1 Э2 Э3			

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-5-У1;ОПК-5-В1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Модели атомов углерода. Тетрагональная модель. Тригональная модель. 2. Классификация форм углерода. 3. Идеализированные кристаллические структуры графита 4. Дефекты кристаллической структуры графита 5. Влияние дисперсности на формирование структуры углеграфитовых материалов 6. Влияние формы частиц на формирование углеграфитовых материалов 7. Механизмы образования нефтяного кокса 8. Сера в нефтяном коксе 9. Макро- и микроструктура нефтяного кокса 10. Макро- и микроструктура игольчатого кокса 11. Макро- и микроструктура пекового кокса 12. Структура и свойства связующего и их влияние на свойства углеродных композиций
КМ2	Контрольная работа №2	ОПК-5-31;ОПК-5-У1;ОПК-5-В1;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-4-В1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Структура связующего 2. Классификация связующего по растворимости 3. свойства связующего 4. основные функции связующего 5. Модифицирование связующего 6. Нефтяное связующее 7. Синтетическое связующее 8. Влияние состава связующего на свойства композиций кокс-связующее 9. Композиции с каменноугольным связующим 10. Композиции с нефтяным термопластичным связующим 11 Композиции кокса с термореактивным связующим 12. Нефтяной кокс для анодов 13. Нефтяной кокс для анодной массы 14. Основные свойства композиций кокс-связующее и виды продуктов из данных композиций
КМ3	Контрольная работа №3	ОПК-5-31;ОПК-5-У1;ОПК-5-В1;ПК-3-У1;ПК-3-31	<ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация саж 2. Структура саж 3. Свойства саж 4. Морфология саж 5. Виброизмельчение саж 6. Структура связующего в композициях с сажей 7. Макро- и микроструктура композиций с сажей 8. основные технологии получения композиций сажа-связующее 9. Свойства композиций с сажей
КМ4	Контрольная работа №4	ОПК-5-31;ОПК-5-У1;ОПК-5-В1;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-3-В1;ПК-4-31	<ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация месторождений и проявлений графита 2. Основные морфологические виды 3. Дефекты структуры в кристаллических природных графитах 4. аморфизированные графиты 5. Примеси в природных графитах и основные методы очистки 6. Флотационная очистка графитов 7. Термическая очистка графитов 8. Структура природных графитов 9. Основные свойства композиций графит-связующее 10. Основные технологические этапы получения композиций графит-связующее

KM5	Экзамен	ОПК-5-31;ОПК-5-У1;ОПК-5-В1;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-3-В1;ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-4-В1	<ol style="list-style-type: none"> 1. технологические схемы получения стеклоуглерода 2. Получение стеклоуглерода из раствора фенолформальдегидной смолы в фурфуроле 3. Получение стеклоуглерода из фурфурилового спирта и сополимера с формальдегидом 4. Получение стеклоуглерода из карбовых полиимидов 5. Стеклоуглерод с металлическими добавками 6. Технологические схемы получения пиролитического углерода 7. Модифицирование пиролитического углерода 8. Микроструктура и текстура пиролитического углерода 9. Влияние свойств подложки на морфологию пиролитического углерода 10. Механизмы и кинетика образования пиролитического углерода 11. Термопластическая рекристаллизация пироуглерода 12. Объемное уплотнение пироуглеродом 13. Фторированный углерод, структура, свойства и области применения 14. Межслоевые соединения углерода, классификация, применение 15. Терморасширенные графиты, структура, свойства, области применения 16. Фуллерены, структура, свойства, методы получения и применение 17. Графен, структура свойства, методы получения и применение 18. Карбин, структура, свойства, методы получения и применение 18. Пенографит, структура свойства, методы получения и применение 19. Фуллериты, структура, свойства, методы получения и применение 20. Структура и свойства природных графитов и материалов на их основе 21. Структура и свойства композиций сажа-связующее и материалов на их основе, применение материалов 22. Сажи, классификация, структура. 23. Структура и свойства композиций кокс-связующее, примеры данных материалов и технология их получения 24. Производство каменноугольного связующего 25. Нефтяной кокс, сырье и производство 26. Пековый кокс, производство
-----	---------	--	---

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	Лабораторная работа №1 "Изучение структуры связующих (нефтяного, синтетического, каменноугольного), изучение свойств связующего, определение зависимостей свойств композиций кокс-связующее от их состава"	ОПК-5-У1;ОПК-5-В1	На электронном микроскопе проводится изучение структуры нефтяного, синтетического и каменноугольного связующего
P2	Лабораторная работа №2 "Изучение свойств композиций кокс-связующее в зависимости от состава связующего"	ОПК-5-У1;ОПК-5-В1	На твердомере Бринелля проводят измерение твердости композиций кокс-связующее в зависимости от типа используемого связующего, а именно нефтяное, синтетическое, каменноугольное

P3	Лабораторная работа №3 Изучение механических свойств материалов на основе природных графитов и связующего и на основе кокса и связующего, сопоставление полученных результатов	ОПК-5-В1	На твердомере Бринелля и машине для механических испытаний проводят измерение твердости и предела прочности на сжатие материалов на основе природных графитов с различными связующими, а именно с нефтяным, синтетическим и каменноугольным связующим
P4	Лабораторная работа №4 "Изучение микроструктуры и текстуры пиролитического углерода"	ПК-3-В1;ОПК-5-В1;ПК-4-В1	На электронном микроскопе проводят изучение полученного при разных температурах пирографита и пироуглерода
P5	Лабораторная работа №5 "Изучение структуры и свойств стеклоуглерода"	ПК-3-У1;ОПК-5-У1	На электронном микроскопе проводится изучение структуры полученного при разных температурах стеклоуглерода. На твердомере Роквелла проводится изучение твердости стеклоуглерода полученного при различных температурах.
P6	Лабораторная работа №6 Изучение структуры фуллеренов и графенов	ПК-3-У1;ОПК-5-У1;ПК-4-У1	На электронном микроскопе проводится изучение структуры фуллеренов и графенов.
P7	Практическое занятие "Изучение основных видов кокса (нефтяной, игольчатый, изотропный, пековый). Изучение основных видов дефектов в коксах. Изучение пористой структуры коксов."	ПК-3-У1;ПК-4-У1;ПК-4-В1	Механизм образования кокса. Макро- и микроструктура. Игольчатый кокс. Изотропный кокс. Рядовой нефтяной кокс. Пековый кокс. Пористая структура.
P8	Практическое занятие "Структура и свойства материалов на основе антрацита. Применение. Структура и свойства. Структура и свойства композиций антрацит-связующее."	ПК-3-У1;ОПК-5-У1	Оценка свойств спеченных углеграфитовых материалов в зависимости от параметров антрацита. Модель генезиса структуры антрацита. Термическая обработка антрацита. Изучение влияния связующего на свойства композиций антрацит-связующее.
P9	Практическое занятие "Изучение структуры саж и технологий их получения."	ОПК-5-В1;ПК-4-В1	Изучение структурных характеристик промышленных саж. Изучение пористой структуры некоторых видов саж. Изучение характеристик структуры и размеров частичек саж. Свойства поверхности саж.

P10	Практическое занятие "Изменение электронного парамагнитного резонанса при виброизмельчении. Структура связующего в композициях с сажей. Формирование структуры вторичных сажевых агрегатов."	ОПК-5-В1;ПК-4-В1	Изучение влияния атмосфера в вибромельнице на физико-механические свойства графитированных композиций сажа-высокотемпературный пек. Изучение характера изменения концентрации парамагнитного резонанса от условий помола. Изучение формирования граничного слоя для композиций сажа-каменноугольный пек.
P11	Практическое занятие "Изучение морфологических видов природных графитов. Изучение дефектов структуры в природных графитах"	ОПК-5-В1	Изучение основных морфологических видов графитов. Изучение основных дефектов в природных графитов. Изучение аморфизированных и кристаллических графитов.
P12	Практическое занятие "Изучение продуктов переработки межслоевых соединений углерода: терморасширенные графиты, коллоидно-графитовые препараты. Применение фтороуглерода для триботехнических назначений."	ПК-3-31;ПК-3-В1;ОПК-5-В1;ПК-4-В1	Изучение реакций образования межслоевых и фторированных соединений углерода. Классификация межслоевых соединений углерода. Межслоевые соединения с щелочными металлами. Межслоевые соединения с галогенами . Межслоевые соединения с бромидами металлов. Межслоевые соединения оксиды металлов-графит. Межслоевые соединения с металлами нещелочной группы. Межслоевые соединения оксиды углеродная матрица - неметаллические оксиды. Межслоевые соединения с сульфидами. Тройные многослойные межслоевые соединения. Межслоевые соединения на основе углеродных волокон. Использование межслоевых соединений. Продукты переработки межслоевых соединений: терморасширенные графиты, ультрадисперсные коллоидно-графитовые соединения, фторированный углерод, фторированные фуллерены.
P13	Практическое занятие "Изучение технологий получения фуллеренов и графенов"	ПК-3-В1;ОПК-5-В1;ПК-4-В1	Технологии получения фуллеренов: Метод термического разложения графита. Метод выделения из конденсированных паров графита при лазерном облучении твёрдых графитовых образцов. Метод сжигания графитовых электродов в электрической дуге в атмосфере гелия. Метод сжигания углеводородов в пламени. Технологии получения графенов: Механические методы. Химические методы. Эпитаксия и разложение. Пленочные методы.

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

Образец билета для экзамена по дисциплине "Физико-химические основы и технологии композиционных материалов. Технологии углеродных материалов и графитов."

Национальный исследовательский технологический университет "МИСИС"
Институт технологий

Кафедра порошковой металлургии и функциональных покрытий
Направление подготовки "Металлургия", 22.04.02

Физико-химические основы и технологии композиционных материалов. Технологии углеродных материалов и графитов.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №2

1. Получение стеклоуглерода из раствора фенолформальдегидной смолы в фурфуроле.
2. Графен, структура свойства, методы получения и применение.
3. Структура и свойства композиций кокс-связующее, примеры данных материалов и технология их получения.

" _____ " _____ 20__ г.

Зав. кафедрой, проф., д.т.н.

Е.А. Левашов

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

Методика оценки обучающегося на экзамене

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие знания в объеме программы дисциплины, уверенно устанавливает логические связи между отдельными разделами дисциплины, грамотно и непротиворечиво излагает материал при ответе, знает источники дополнительной информации.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов и установлении логических связей между отдельными разделами дисциплины, четко излагает материал без существенных противоречий в информации.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, исправляет допущенные ошибки после уточняющих вопросов преподавателя, знает основные и дополнительные источники информации по программе дисциплины.

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не способен установить логические связи между разделами дисциплины, не может дать ответ на основной и/или дополнительный вопрос .

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	Новгородова М. И.	Кристаллохимия природных полиморфов углерода: монография	Электронная библиотека	Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2009
Л1.3	Раздьяконова Г. И., Лихолобов В. А., Кохановская О. А.	Технологии модификации технического углерода: монография	Электронная библиотека	Омск: Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2017
Л1.4	Столяров Р. А., Буракова И. В., Бураков А. Е.	Нанокристаллические функциональные материалы и покрытия: учебное электронное издание: учебное пособие	Электронная библиотека	Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2018
Л1.5	Харрис П., Чернозатонский Л. А.	Углеродные нанотрубы и родственные структуры. Новые материалы XXI века: Пер. с англ.	Библиотека МИСиС	М.: Техносфера, 2003

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.6	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
Л1.7	Ожерелков Д. Ю., Сазонов Юрий Борисович	Вязкость разрушения углерод -углеродных композиционных материалов фрикционного назначения: автореф. дис... к.т.н., спец. 05.16.01 - "Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов"	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2018
Л1.8	Степашкин А. А., Мостовой Г. Е.	Работоспособность углерод -углеродных композиционных материалов фрикционного назначения при циклическом нагружении: автореф. дис... к.т.н., спец. 05.16.01 - "Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов"	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2013
Л1.9	Бубненко Игорь Анатольевич	Углерод-углеродные композиционные материалы на основе волокнистых наполнителей (N 4080): учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2020
Л1.10	Савватимский А. И.	Плавление графита и свойства жидкого углерода: монография	Электронная библиотека	Москва: Издательство Физматкнига, 2014

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Шендик Т. Г., Чесноков Н. В., Шарыпов В. И., Осипов А. М., Грицко Г. И.	Глубокая переработка бурых углей с получением жидких топлив и углеродных материалов: монография	Электронная библиотека	Новосибирск: Сибирское отделение Российской академии наук, 2012

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Учебно-методическая литература для студентов	https://www.studmed.ru/
Э2	Государственная публичная научно-техническая библиотека России	http://www.gpntb.ru/
Э3	Сайт Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный институт промышленной собственности»	https://rpd.misis.ru/RPD/Index/1763216/www1.fips.ru

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	MS Teams
П.3	Microsoft Excel
П.4	Microsoft PowerPoint
П.5	7-Zip
П.6	Adobe Acrobat DC

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
------	------------	-----------

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, ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
К-107	Лаборатория	демонстрационное оборудование, в том числе доска учебная мультимедийный проектор, экран проекционный, гидравлический пресс ручной, гидравлический пресс с электроприводом, два оптических микроскопа, технические весы, аналитические весы, твердомеры (по Бринеллю и Виккерсу, две муфельные печи, шкаф вытяжной (2 секции), оборудование для определения физических технологических свойств порошков
К-107	Лаборатория	демонстрационное оборудование, в том числе доска учебная мультимедийный проектор, экран проекционный, гидравлический пресс ручной, гидравлический пресс с электроприводом, два оптических микроскопа, технические весы, аналитические весы, твердомеры (по Бринеллю и Виккерсу, две муфельные печи, шкаф вытяжной (2 секции), оборудование для определения физических технологических свойств порошков
К-106	Лаборатория механических испытаний:	универсальная испытательная машина LF-100, гелиевый пикнометр АссиРус 1340, БКС-2х
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
Читальный зал №4 (Б)		комплект учебной мебели на 20 рабочих мест, компьютеры с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
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.
К-107	Лаборатория	демонстрационное оборудование, в том числе доска учебная мультимедийный проектор, экран проекционный, гидравлический пресс ручной, гидравлический пресс с электроприводом, два оптических микроскопа, технические весы, аналитические весы, твердомеры (по Бринеллю и Виккерсу, две муфельные печи, шкаф вытяжной (2 секции), оборудование для определения физических технологических свойств порошков

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

--