

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 30.10.2023 16:04:03

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)

Порошковые материалы с особыми свойствами

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: экзамен 3
в том числе:		
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):

к.т.н., ст.преп., Бычкова Марина Яковлевна

Рабочая программа

Порошковые материалы с особыми свойствами

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 проектировании и создании различных видов порошковых материалов, обучить выбору составов порошковых материалов различного назначения с учетом требуемых свойств для конкретного применения, теоретическим основам конструирования порошковых материалов, особенностям методов контроля свойств порошковых материалов, управлять технологическими процессами получения порошковых материалов.
-----	--

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-3: Способен анализировать результаты эксперимента, выбирать методы исследований, формировать новые направления исследований, определять сферы применения результатов исследований	
Знать:	
ПК-3-31	Современные методы исследования структуры и свойств порошковых материалов.
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	Области применения порошковых материалов с особыми свойствами.
ПК-4-32	Основные технологические операции получения порошковых материалов с особыми свойствами.
ОПК-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизировать и обобщать достижения в отрасли металлургии и смежных областях	
Уметь:	
ОПК-5-У1	Анализировать научно-техническую информацию по порошковым материалам различного назначения.
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	Описывать технологические операции получения порошковых материалов с особыми свойствами.
ПК-3: Способен анализировать результаты эксперимента, выбирать методы исследований, формировать новые направления исследований, определять сферы применения результатов исследований	
Уметь:	
ПК-3-У1	Анализировать результаты экспериментов по получению порошковых материалов с особыми свойствами.
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 управления эксплуатационными свойствами порошковых материалов.

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 Навыками поиска научно-технической информации в бумажных и электронных источниках.

ПК-3: Способен анализировать результаты эксперимента, выбирать методы исследований, формировать новые направления исследований, определять сферы применения результатов исследований

Владеть:

ПК-3-В1 Методами статистической обработки результатов экспериментов.

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. Порошковые конструкционные материалы на основе черных и цветных металлов							
1.1	Порошковые конструкционные материалы на основе железа и их классификация. Способы введения углерода в состав порошковых сталей. Методы повышения свойств порошковых конструкционных материалов на основе железа. /Лек/	3	4	ПК-3-31 ПК-4-31 ПК-4-32 ОПК-5-У1	Л1.1 Э1 Э2			
1.2	Технологии получения порошковых конструкционных материалов на основе железа. Термическая обработка порошковых сталей. /Пр/	3	2	ПК-3-У1 ПК-4-У1 ПК-4-32	Л1.1Л2.3 Л2.11 Э1 Э2			Р1
1.3	Термомеханическая и химико-термическая обработка порошковых сталей. /Лек/	3	2	ПК-3-31 ПК-4-31 ПК-4-32	Л1.1Л2.3 Л2.11 Э1 Э2			
1.4	Порошковые конструкционные материалы на основе цветных металлов (меди, алюминия и др.). /Лек/	3	2	ПК-3-31 ПК-4-31 ПК-4-32 ОПК-5-У1	Л1.1Л2.3 Э1 Э2			
1.5	Технология получения материалов группы САП. Контрольная работа №1 "Порошковые конструкционные материалы на основе черных и цветных металлов". /Пр/	3	2	ПК-3-У1 ПК-4-У1 ПК-4-32 ПК-3-31 ПК-4-31 ОПК-5-У1	Л1.1Л2.3 Э1 Э2		КМ1	Р2
1.6	Получение конструкционных материалов на основе железа и исследование их свойств. /Лаб/	3	4	ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-4-В1	Л1.1Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2			Р3
1.7	Подготовка к практическим занятиям, лабораторной работе и контрольной работе №1. /Ср/	3	8	ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-4-У1 ПК-3-31 ПК-4-31 ПК-4-32	Л1.1Л2.3 Л2.11 Э1 Э2			

	Раздел 2. Электротехнические порошковые материалы							
2.1	Разрывные электроконтакты. Теоретические основы и механизмы износа разрывных электроконтактов. Основные составы и свойства материалов для разрывных электроконтактов. Направления развития. Скользящие электроконтакты. Особенности процесса износа скользящих электроконтактов. Основные составы и свойства материалов для скользящих электроконтактов. /Лек/	3	4	ПК-3-31 ПК-4-31 ПК-4-32 ОПК-5-У1	Л1.1Л2.11 Э1 Э2			
2.2	Технология получения разрывных электроконтактов. Роль твердых смазок в скользящих электроконтактах. Технология получения скользящих электроконтактов. /Пр/	3	2	ПК-3-У1 ПК-4-У1 ПК-4-32	Л1.1Л2.11 Л2.12 Э1 Э2			Р4
2.3	Общие сведения из теории магнетизма. Магнитомягкие металлические материалы: составы, свойства, области применения. Магнитотвердые металлические материалы: составы, свойства, области применения. Неметаллические магнитные материалы (ферриты, магнитодиэлектрики): составы, свойства, области применения. /Лек/	3	4	ПК-3-31 ПК-4-31 ПК-4-32 ОПК-5-У1	Л1.1Л2.2 Л2.4 Л2.6 Л2.10 Л2.11 Э1 Э2			
2.4	Технологии получения магнитомягких и магнитотвердых материалов. Получение ферритов и магнитодиэлектриков. Контрольная работа №2 "Электротехнические порошковые материалы". /Пр/	3	2	ПК-3-У1 ПК-4-У1 ПК-4-32 ОПК-5-У1 ПК-4-31 ПК-3-31	Л1.1Л2.11 Э1 Э2		КМ2	Р5
2.5	Получение материалов для разрывных электроконтактов и исследование их свойств. /Лаб/	3	4	ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-4-В1	Л1.1Л2.11Л3.1 Л3.2 Э1 Э2			Р6

2.6	Получение материалов для скользящих электроконтактов и исследование их свойств. /Лаб/	3	4	ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-4-В1	Л1.1Л2.11 Л2.12Л3.1 Л3.2 Э1 Э2				Р7
2.7	Подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам и контрольной работе №2. /Ср/	3	8	ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-3-31 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-4-У1	Л1.1Л2.11 Л2.12 Э1 Э2				
Раздел 3. Порошковые материалы для узлов трения									
3.1	Порошковые материалы для узлов трения. Основы современной теории трения. Антифрикционные порошковые материалы: классификация и основные составы. Виды разрушения поверхностей при трении. Правило положительного градиента механических свойств. /Лек/	3	4	ПК-3-31 ПК-4-31 ПК-4-32 ОПК-5-У1	Л1.1Л2.3 Л2.11 Э1 Э2				
3.2	Технология получения порошковых антифрикционных материалов с твердыми смазками. /Пр/	3	2	ПК-3-У1 ПК-4-У1 ПК-4-32	Л1.1Л2.3 Л2.11 Э1 Э2				Р8
3.3	Фрикционные порошковые материалы и требования к ним. Теоретические основы процессов трения и износа фрикционных материалов. Основные составы фрикционных материалов и назначение компонентов. /Лек/	3	4	ПК-3-31 ПК-4-31 ПК-4-32 ОПК-5-У1	Л1.1Л2.3 Л2.11 Э1 Э2				
3.4	Технология получения порошковых фрикционных материалов. Контрольная работа №3 "Порошковые материалы для узлов трения". /Пр/	3	2	ПК-3-У1 ПК-4-У1 ПК-4-32 ПК-3-31 ПК-4-31 ОПК-5-У1	Л1.1Л2.3 Л2.11 Э1 Э2		КМ3		Р9
3.5	Получение пористых подшипников и исследование их свойств. /Лаб/	3	3	ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-4-В1	Л1.1Л2.3 Л2.11Л3.1 Л3.2 Э1 Э2				Р10
3.6	Подготовка к практическим занятиям, лабораторной работе и контрольной работе №3. /Ср/	3	8	ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-3-31 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-4-У1	Л1.1Л2.3 Л2.11 Э1 Э2				
Раздел 4. Пористые порошковые и волокнистые материалы									

4.1	Пористые порошковые материалы. Пористость: распределение; способы оценки пористости и размера пор. Пористые подшипники: основные составы, структурообразование при спекании в системах Fe-C, Fe-Cu, Cu-Sn. Зависимость пористости и прочности спеченных материалов. /Лек/	3	4	ПК-3-31 ПК-4-31 ПК-4-32	Л1.1Л2.11 Л2.13 Э1 Э2			
4.2	Технология изготовления пористых подшипников. Способы повышения свойств пористых подшипников. /Пр/	3	2	ПК-3-У1 ПК-4-У1 ПК-4-32	Л1.1Л2.11 Л2.13 Э1 Э2			P11
4.3	Пористые фильтры: основные составы, технология получения, свойства и способы их определения. Фильтры из волокон. Микропористые фильтры. /Лек/	3	4	ПК-3-31 ПК-4-31 ПК-4-32 ОПК-5-У1	Л1.1Л2.11 Л2.13 Э1 Э2			
4.4	Особенности производства фильтров. Способы регенерации фильтров. Контрольная работа №4 "Пористые порошковые и волокнистые материалы". /Пр/	3	2	ПК-3-У1 ПК-4-У1 ПК-4-32 ПК-3-31 ПК-4-31 ОПК-5-У1	Л1.1Л2.11 Л2.13 Э1 Э2		КМ4	P12
4.5	Получение пористых порошковых фильтров и исследование их свойств. /Лаб/	3	3	ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-4-В1	Л1.1Л2.11 Л2.13Л3.1 Л3.2 Э1 Э2			P13
4.6	Подготовка к практическим занятиям, лабораторной работе и контрольной работе №4. /Ср/	3	8	ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-3-31 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-4-У1	Л1.1Л2.11 Л2.13 Э1 Э2			
	Раздел 5. Алмазосодержащие инструментальные материалы							
5.1	Алмазосодержащие инструментальные материалы и области их применения. Свойства алмаза. Каталитический способ синтеза алмазов: сущность метода и исходные компоненты. Синтетические абразивные материалы. /Лек/	3	4	ОПК-5-У1 ПК-3-31 ПК-4-31 ПК-4-32	Л1.1Л2.1 Л2.5 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Э1 Э2			
5.2	Фазовая диаграмма углерода и пути перехода графита в алмаз. Классификация синтетических алмазов. Концентрация алмазов в связке режущего инструмента. /Пр/	3	2	ПК-3-У1 ПК-4-У1 ПК-4-32	Л1.1Л2.1 Л2.5 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Э1 Э2			P14

5.3	Подготовка к практическому занятию. /Ср/	3	4	ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-3-31 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-4-У1	Л1.1Л2.1 Л2.5 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Э1 Э2			
-----	--	---	---	---	---	--	--	--

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 "Порошковые конструкционные материалы на основе черных и цветных металлов".	ОПК-5-У1;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-4-У1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация порошковых конструкционных материалов по назначению, степени нагруженности, плотности, составу. 2. Химико-термическая обработка конструкционных материалов на основе железа. 3. Способы введения углерода в состав железо-графитовых материалов. 4. Способы введения легирующих добавок в материалы на основе железа. 5. Закалочные среды и режимы закалки порошковых сталей. 6. Мартенситностареющие порошковые стали. 7. Основные технологические варианты производства легированных порошковых сталей. 8. Способы повышения плотности конструкционных материалов. 9. Конструкционные материалы на основе меди: классификация и особенности производства. 10. Особенности технологии получения конструкционных изделий из латуни. 11. Металлостеклянные износостойкие композиционные материалы. 12. Способы введения легирующих компонентов в состав конструкционных материалов. 13. Основные группы конструкционных материалов на основе алюминия. 14. САП: свойства и основные этапы технологии получения. 15. Особенности производства конструкционных порошковых материалов на никелевой основе. 16. Особенности производства конструкционных порошковых материалов на титановой основе.

КМ2	Контрольная работа №2 "Электротехнические порошковые материалы".	ОПК-5-У1;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-4-У1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Износ разрывных электрических контактов. 2. Факторы, влияющие на износостойкость разрывных электроконтактов. 3. Структура разрывных электроконтактов. Назначение компонентов. 4. Получение и свойства разрывных электроконтактов системы Ag – CdO. Изменение в структуре при работе. 5. Природа износа разрывных электроконтактов W – Cu. Факторы, влияющие на их износостойкость. 6. Способы получения разрывных контактов из композиции W – Cu. 7. Особенности технологии и свойств разрывных электроконтактов из мелкодисперсных композиций. 8. Структура скользящих электроконтактов. Назначение компонентов. 9. Особенности технологии получения скользящих электроконтактов. 10. Требования, предъявляемые к скользящим электроконтактам. Факторы, влияющие на свойства. 11. Природа износа скользящих электроконтактов. 12. От каких факторов зависит износостойкость материалов для электрощеток? 13. Каковы отличия в технологии получения электрощеток из материалов (Cu + 8% C) и (Cu + 60%С)? 14. Основные отличия в составах, структуре и свойствах магнитно-мягких и магнитно-твердых материалов. 15. Особенности технологии получения магнитномягких и магнитотвердых материалов. 16. Особенности технологии получения магнитно-твердых и магнитно-мягких материалов. 17. Основные составы и технология получения магнитно-мягких материалов. 18. Технологические варианты изготовления изделий из магнитно-мягких сплавов. 19. Отличия в составе и свойствах сплавов альни и пермаллой. 20. Магнитно-твердые материалы. Составы, свойства. 21. Особенности технологии получения магнитно-твердых материалов. 22. Структура и свойства магнитодиэлектриков. 23. Назначение структурных составляющих магнитодиэлектриков. Их свойства. 24. Особенности технологии производства магнитодиэлектриков. 25. Особенности технологии производства магнитодиэлектриков с порошком железа. 26. Технология производства магнитодиэлектриков с порошком альсифера. 27. Структура и свойства ферритов. 28. Назначение и сущность операции ферритизации. 29. Технология получения ферритов.
-----	--	--	--

КМ3	Контрольная работа №3 "Порошковые материалы для узлов трения".	ОПК-5-У1;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-4-У1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Принципы работы антифрикционных материалов. 2. Основы современной теории трения. 3. Правило положительного градиента механических свойств. 4. Основные виды нарушения фрикционных связей. 5. Требования, предъявляемые к антифрикционным материалам. 6. Свойства твердых смазок. 7. Антифрикционные материалы с фторопластом. 8. Антифрикционные материалы со слоистыми твердыми смазками. 9. Технология изготовления антифрикционных материалов со слоистыми твердыми смазками. 10. Антифрикционные материалы для экстремальных условий. 11. Многослойные антифрикционные материалы. 12. Теоретические основы процессов трения и износа фрикционных материалов. 13. Требования к фрикционным материалам. 14. Фрикционные материалы на основе железа. 15. Фрикционные материалы на основе меди. 16. Материалы для работы в условиях жидкой смазки. 17. Влияние металлических компонентов на свойства фрикционных материалов. 18. Влияние неметаллических компонентов на свойства фрикционных материалов. 19. Технология получения фрикционных материалов. 20. Фрикционные материалы для особых условий работы.
КМ4	Контрольная работа №4 "Пористые порошковые и волокнистые материалы".	ОПК-5-У1;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-4-У1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация порошковых материалов. 2. Свойства порошковых фильтров. 3. Пористые подшипники. Общая характеристика, преимущества и недостатки. 4. Характеристики проницаемости фильтров. 5. Методы определения размеров пор. 6. Технология получения бронзовых фильтров. 7. Обобщенная технологическая схема производства пористых подшипников (на примере материалов системы Fe-Cu-C). 8. Технология получения фильтров из никелевых порошков и порошков никелевых сплавов. 9. Свойства пористых подшипников (перечислить и дать краткую характеристику). 10. Технология фильтров из титана и железа. 11. Показатели маслостойкости пористых подшипников. 12. Способы регенерации фильтров. 13. Способы повышения свойств пористых подшипников. 14. Особенности механической обработки фильтров. 15. Отличия технологии получения и свойств бронзовых подшипников, полученных из порошков бронз и отдельных металлических порошков. 16. Многослойные фильтры. Преимущества и способы их изготовления. 17. Влияние добавок меди на структуру и свойства пористых подшипников на основе железа. 18. Волоконные фильтры. Технология изготовления и свойства. 19. Виды трения. Способы уменьшения коэффициента трения у пористых подшипников. 20. Высокопористые материалы. Основные требования. Способы получения.

КМ5	Экзамен по дисциплине	ОПК-5-У1;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-4-У1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация порошковых конструкционных материалов. 2. Химико-термическая обработка конструкционных материалов на основе железа. 3. Способы введения углерода и легирующих добавок в состав железо-графитовых материалов. 4. Способы повышения плотности конструкционных материалов. 5. Закалка порошковых сталей. 6. Мартенситностареющие порошковые стали. 7. Основные технологические варианты производства легированных порошковых сталей. 8. Конструкционные материалы на основе меди: классификация и технология получения. 9. Металлостеклянные износостойкие композиционные материалы. 10. Основные группы конструкционных материалов на основе алюминия. 11. Технологии получения и свойства САП. 12. Технология получения конструкционных порошковых материалов на никелевой основе. 13. Технология получения конструкционных порошковых материалов на титановой основе. 14. Сравнение природы износа разрывных и скользящих электроконтактов. 15. Механизмы износа разрывных электроконтактов. 16. Виды износа разрывных электроконтактов. 17. Назначение компонентов и свойства разрывных электроконтактов. 18. Стадии износа скользящих электроконтактов. 19. Особенности технологии получения скользящих электроконтактов. 20. Основные составы скользящих электроконтактов. Назначение компонентов. 21. Сравнение свойств магнитномягких и магнитотвердых материалов. 22. Различие в составах и свойствах магнитномягких и магнитотвердых материалов. 23. Магнитномягкие материалы. Составы, свойства. 24. Магнитотвердые материалы. Составы, свойства. 25. Особенности технологии магнитотвердых материалов. 26. Технология получения и свойства магнитодиэлектриков. 27. Механизм образования ферритов. 28. Особенности технологии получения ферритов. 29. Свойства ферритов. 30. Свойства спеченных подшипников. 31. Технология изготовления подшипников на основе железа. 32. Методы упрочнения пористых подшипников. Принципы выбора легирующих компонентов. 33. Конструкция и области применения пористых подшипников. 34. Свойства спеченных фильтров (+ формулы). 35. Методы определения концентрации и размера пор в фильтрах. 36. Технология изготовления бронзовых, никелевых и стальных фильтров. 37. Способы регенерации фильтров. Виды пористых материалов. 38. Основные виды нарушения фрикционных связей. Правило положительного градиента механических свойств. 39. Антифрикционные материалы с фторопластом. Принципы работы фторопласта. Способы пропитки фторопластом. 40. Технология изготовления антифрикционных материалов со слоистыми твердыми смазками. 41. Многослойные антифрикционные материалы. 42. Требования, предъявляемые к фрикционным материалам. 43. Особенности процессов трения износа фрикционных материалов. Влияние добавок серы и графита на данные процессы. 44. Влияние металлических и неметаллических компонентов на свойства фрикционных материалов 45. Технология изготовления фрикционных материалов. 46. Виды сверхтвердых материалов. Свойства алмаза. 47. НРНТ-диаграмма (high pressure – high temperature). способы синтеза алмазов согласно диаграмме. Каталитический синтез
-----	-----------------------	--	--

			<p>алмаза.</p> <p>48. Аппараты высокого давления. Типы, режимы синтеза алмазов.</p> <p>49. Основные характеристики алмазов для ААИ. Расчет концентрации алмазов.</p> <p>50. Органические связки для ААИ: требования, типы связок и технология изготовления.</p> <p>51. Керамические связки для ААИ. Свойства, химический состав. Области применения.</p> <p>52. Металлические связки для ААИ. Требования к металлическим связкам (принципы выбора химического состава). Преимущества кобальтовых связок и их альтернативы.</p> <p>53. Кубический нитрид бора: свойства, способы синтеза, диаграмма НРНТ.</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	Практическое занятие "Технологии получения порошковых конструкционных материалов на основе железа. Термическая обработка порошковых сталей".	ПК-3-У1;ПК-4-У1;ПК-4-32	Изучение технологической цепочки получения порошковых конструкционных порошковых материалов на основе железа из смесей порошков химических элементов, частично легированных порошков и порошков сталей. Изучение особенностей различных видов термической обработки порошковых сталей с учетом их пористости.
P2	Практическое занятие "Технология получения материалов группы САП".	ПК-3-У1;ПК-4-У1;ПК-4-32	Изучение особенностей получения порошкообразного сырья для дисперсно-упрочненных материалов типа "спеченный алюминиевый порошок". Изучение технологических операций, проводимых после спекания формовок для обеспечения эксплуатационных свойств.
P3	Лабораторная работа "Получение конструкционных материалов на основе железа и исследование их свойств".	ПК-3-У1;ПК-3-В1;ПК-4-В1	Получение спеченных конструкционных материалов систем Fe-C, Fe-Cu-C путем прессования соответствующих порошковых смесей с последующим спеканием в восстановительной атмосфере. Закалка спеченных образцов. Определение механических свойств спеченных образцов до и после закалки.
P4	Практическое занятие "Технология получения разрывных электроконтактов. Роль твердых смазок в скользящих электроконтактах. Технология получения скользящих электроконтактов".	ПК-3-У1;ПК-4-У1;ПК-4-32	Изучение технологии получения разрывных электроконтактов систем W-Cu, W-Ag, Mo-Cu, Mo-Ag, Ag-C, Cu-C, Cu-Cd, Ag-Cd/CdO, Ag-Ni, Ag-Pd и др. (2 часа). Классификация твердых смазок и их применение в скользящих электроконтактах. Изучение технологии получения скользящих электроконтактов систем Cu-C, бронза-графит, Ag-C, Ag-Ni, Ag-Pd, Ag-Pd-Ni, сплавов на основе алюминия с твердыми смазками (2 часа).

P5	Практическое занятие "Технологии получения магнитомягких и магнитотвердых материалов. Получение ферритов и магнитодиэлектриков".	ПК-3-У1;ПК-4-У1;ПК-4-32	Изучение особенностей технологий получения магнитомягких материалов на основе железа, в том числе в системах Fe-Si, Fe-P, Fe-Al, Fe-Si-Al и др., и магнитотвердых материалов на основе систем Fe-Al-Ni (альни, альнико, магнико), Cu-Ni-Fe (кунифе), Cu-Ni-Co (кунико), Co-Pt, Me-Fe-V и др. (2 часа). Изучение особенностей технологической цепочки получения ферритов: получение порошков ферритов заданного химического состава; изучение особенностей спекания ферритов в кислородсодержащей атмосфере. Изучение технологий получения магнитодиэлектриков с термопластичной и термореактивной связкой; магнитомягкими и магнитотвердыми наполнителями (2 часа).
P6	Лабораторная работа "Получение материалов для разрывных электроконтактов и исследование их свойств."	ПК-3-У1;ПК-3-В1;ПК-4-В1	Получение материалов для разрывных контактов системы W-Cu путем прессования смеси порошков вольфрама различной крупности и меди с последующим спеканием, а также путем инфильтрации медью вольфрамового каркаса с различными характеристиками поровых каналов. Определение твердости и электросопротивления полученных образцов.
P7	Лабораторная работа "Получение материалов для скользящих электроконтактов и исследование их свойств".	ПК-3-У1;ПК-3-В1;ПК-4-В1	Получение скользящих электроконтактных материалов в системе Cu-C с различным содержанием углерода путем прессования порошковых смесей с последующим спеканием. определение твердости и электросопротивления полученных образцов.
P8	Практическое занятие "Технология получения порошковых антифрикционных материалов с твердыми смазками".	ПК-3-У1;ПК-4-У1;ПК-4-32	Изучение технологической цепочки получения порошковых антифрикционных материалов с твердыми смазками на основе органических и неорганических (металлов и соединений) материалов. Способы введения твердой смазки материал и особенности спекания антифрикционных материалов с твердой смазкой.
P9	Практическое занятие "Технология получения порошковых фрикционных материалов".	ПК-3-У1;ПК-4-У1;ПК-4-32	Изучение технологической цепочки получения порошковых фрикционных материалов. Варианты организации технологической операции формования фрикционных материалов. Виды обработки получаемых фрикционных материалов давлением с целью повышения плотности.
P10	Лабораторная работа "Получение пористых подшипников и исследование их свойств".	ПК-3-У1;ПК-3-В1;ПК-4-В1	Получение спеченных пористых подшипников путем прессования порошковых смесей в системах Fe-Cu, Fe-Cu-C, Fe-Cu-S-C, Fe-Cu-C-MoS2 с последующим спеканием в восстановительной атмосфере. Определение плотности, пористости и масловпитываемости полученных спеченных образцов.
P11	Практическое занятие "Технология изготовления пористых подшипников. Способы повышения свойств пористых подшипников".	ПК-3-У1;ПК-4-У1;ПК-4-32	Изучение особенностей технологии изготовления пористых подшипников, в том числе пропитка подшипника маслом и оценка полноты пропитки пор; калибровка спеченного пористого подшипника. Изучение способов повышения свойств пористых подшипников, таких как легирование металлической основы; химико-термическая обработка.
P12	Практическое занятие "Особенности производства фильтров. Способы регенерации фильтров".	ПК-3-У1;ПК-4-У1;ПК-4-32	Изучение особенностей и способов формования порошковых материалов при производстве фильтров, в том числе статическое и гидростатическое прессование, прокатка, мундштучное формование, шликерное литье и др. Применение порообразователей. Изучение способов регенерации фильтров.

P13	Лабораторная работа "Получение пористых порошковых фильтров и исследование их свойств".	ПК-3-У1;ПК-3-В1;ПК-4-В1	Получение спеченных пористых порошковых фильтров путем прессования порошковых смесей в системах Cu-Sn, Cu-Sn-C, а также порошка бронзы различной дисперсности с последующим спеканием в восстановительной атмосфере. Определение плотности, пористости, проницаемости и эффективности полученных спеченных фильтров.
P14	Практическое занятие "Фазовая диаграмма углерода и пути перехода графита в алмаз. Классификация синтетических алмазов. Концентрация алмазов в связке режущего инструмента".	ПК-3-У1;ПК-4-У1;ПК-4-32	Изучение фазовой диаграммы углерода и пути перехода графита в алмаз. Выбор марки синтетических алмазов в зависимости от области применения и условий эксплуатации. Расчет количественного содержания сверхтвердого компонента (алмаза) в связках различного типа (металлических, органических, керамических).

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

Образец экзаменационного билета по дисциплине "Порошковые материалы с особыми свойствами"

Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС"
Институт технологий

Кафедра порошковой металлургии и функциональных покрытий
Направление подготовки "Металлургия" 22.04.02
Порошковые материалы с особыми свойствами

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №5

1. Особенности технологии получения ферритов.
2. Химико-термическая обработка конструкционных материалов на основе железа.
3. Технология изготовления антифрикционных материалов со слоистыми твердыми смазками.

" _____ " _____ 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 демонстрирует глубокие знания по программе дисциплины, может установить логические связи между свойствами исходных материалов, технологическими параметрами и свойствами готовых изделий (материалов), грамотно излагает материал при ответе.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает достаточно полные знания по программе дисциплины, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, четко излагает материал без существенных противоречий в информации.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает наличие знания по программе дисциплины, исправляет сделанные ошибки после уточняющих вопросов преподавателя.

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не знает основные теоретические положения по программе 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	Либенсон Г. А.	Производство спеченных изделий: Учебник для машиностроит. техникумов по спец. 'Порошковая металлургия'	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1982

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Поляков В. П., Ножкина А. В., Чириков Н. В.	Алмазы и сверхтвердые материалы: Учеб. пособие для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1990
Л2.2	Мишин Д. Д.	Магнитные материалы: Учеб. пособие для физ. и физ.-техн. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Высш. шк., 1991
Л2.3	Нарва Валентина Константиновна	Технология и свойства порошковых материалов и изделий из них. Конструкционные материалы: курс лекций: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150100 - Металлургия, профиль 'Порошковая металлургия, композиц. материалы, покрытия'	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2010
Л2.4	Летюк Леонид Михайлович, Лукин Борис Иванович, Ануфриев Александр Николаевич, Летюк Леонид Михайлович	Магнитные материалы и структуры: Разд.: Аморфные магнетики: Учеб. пособие для студ. спец. 0643	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1982
Л2.5	Манухин Анатолий Васильевич, Ножкина Алла Викторовна	Физико-химия взаимодействия алмазов с металлами, сплавами и соединениями: учеб. пособие для практ. занятий для студ. спец. 0405	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1987
Л2.6	МИСиС, Копецкий Ч. В., Лившиц Б. Г.	Вып. 168: Магнитные материалы: Темат. сб. науч. тр.	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1985
Л2.7	Ножкина Алла Викторовна, Костиков Валерий Иванович, Варенков Анатолий Николаевич, Павлов Ю. А.	Физико-химические свойства и процессы получения алмазов и других высокотвердых материалов: Разд.: Физико-химические свойства алмазов: курс лекций для студ. спец. 0405	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1986
Л2.8	Поляков В. П., Ножкина Алла Викторовна, Павлов Ю. А.	Физико-химические свойства алмазов: Лаб. практикум для студ. спец. 0405	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1980
Л2.9	Поляков В. П., Ножкина Алла Викторовна, Павлов Ю. А.	Физико-химические свойства и процессы получения алмазов и других высокотвердых материалов: Разд.: Получение и свойства синтетических алмазов: учеб. пособие для студ. спец. 0405	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1983
Л2.10	Кекало Игорь Борисович	Аморфные магнитные материалы: Разд.: Получение, процессы аморфизации, атомное строение, свойства: Курс лекций для студ. направл. 651800 и 654100	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2001
Л2.11	Нарва Валентина Константиновна	Технология порошковых материалов и изделий: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2012

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.12	Бойко А. В., Блинков Игорь Викторович	Влияние ориентации включений графита на контактные свойства порошковых материалов серебро-графит, получаемых методом экструзии: автореф. дис... к.т.н., спец. 05.16.06 - "Порошковая металлургия и композиционные материалы"	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2006
Л2.13	Нарва В. К., Коршунов Б. Г.	Технология производства спеченных материалов и изделий: Разд.: Пористые материалы: курс лекций для студ. спец. 0405	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1980

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Панов Владимир Сергеевич, Нарва Валентина Константиновна, Дубынина Любовь Вячеславовна	Технология и свойства спеченных материалов и изделий: Лабораторный практикум для студ. спец. 110200, 110800	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2003
Л3.2	Панов Владимир Сергеевич, Нарва Валентина Константиновна, Дубынина Любовь Вячеславовна	Технология получения и свойства спеченных материалов и изделий из них: лаб. практикум для студ. вузов спец. - Порошковая металлургия, композиционные материалы, покрытия	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2007

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/

6.3 Перечень программного обеспечения

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

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, ПКс 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-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
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.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

В ходе изучения разделов дисциплины вместо основного учебника "Производство спеченных изделий" целесообразно использовать более поздний учебник "Производство порошковых изделий" того же автора - Г.А. Либенсона. Учебник "Производство порошковых изделий" в менеджере РПД недоступен.