

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 30.01.2023 16:41:18

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98ac3de2ab454b4659d961f749

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Современные методы формования порошковых материалов

Закреплена за подразделением Кафедра порошковой металлургии и функциональных покрытий

Направление подготовки 22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль Порошковые и аддитивные технологии синтеза функциональных материалов и покрытий

Квалификация **Магистр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108

в том числе:

аудиторные занятия 34

самостоятельная работа 74

Формы контроля в семестрах:
зачет с оценкой 3

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	УП	РП		
Неделя	19			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	20	20	20	20
Практические	14	14	14	14
Итого ауд.	34	34	34	34
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	74	74	74	74
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

к.т.н., доцент, Лопатин Владимир Юрьевич

Рабочая программа

Современные методы формования порошковых материалов

Разработана в соответствии с ОС ВО:

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

Составлена на основании учебного плана:

22.04.02 Металлургия, 22.04.02-ММТ-22-4.plx Порошковые и аддитивные технологии синтеза функциональных материалов и покрытий, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.02 Металлургия, Порошковые и аддитивные технологии синтеза функциональных материалов и покрытий, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра порошковой металлургии и функциональных покрытий

Протокол от 28.03.2022 г., №12

Руководитель подразделения Левашов Е.А.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цели освоения дисциплины: формирование у студентов знаний, умений и навыков в области формования порошков металлов, сплавов и металлоподобных соединений, а также их смесей, в то числе и с неметаллическими веществами, при создании порошковых материалов для различных отраслей техники с учетом эксплуатационных требований, предъявляемых к материалам, и имеющихся в распоряжении производственных ресурсов.
-----	--

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.02
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Аддитивные технологии	
2.1.2	Научно-исследовательская практика	
2.1.3	Порошковые конструкционные материалы общемашиностроительного и специального назначения	
2.1.4	Современные методы металлургии, машиностроения и материаловедения	
2.1.5	Теоретические основы прессования и спекания	
2.1.6	Закономерности, механизмы и методы диагностики процессов горения в СВС-системах	
2.1.7	Получение металлических порошков	
2.1.8	Свойства порошков и методы их определения	
2.1.9	Методы аттестации наноструктурных поверхностей	
2.1.10	Процессы СВС как основы синтеза неорганических 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

ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области	
Знать:	
ОПК-4-31	Основные процессы, происходящие при различных видах формования, не использующих пресс-формы.
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	Влияние технологических параметров при различных видах формования на свойства формовок.
ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний, знаний в междисциплинарных областях в области металлургии	
Знать:	
ОПК-1-31	Последовательности технологических операций при осуществлении различных видов формования 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	
Уметь:	
ПК-4-У1	Корректировать технологические параметры при различных видах формования для достижения требуемых свойств формовок.
ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области	
Уметь:	
ОПК-4-У1	Оценивать возможности видов формования при получении порошковых материалов с заданными свойствами.
ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний, знаний в междисциплинарных областях в области металлургии	

Уметь:

ОПК-1-У1 Выбирать исходные порошки для различных видов формования.

Владеть:

ОПК-1-В1 Методикой оценки свойств порошковых формовок, полученных различными способами.

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. Изостатическое формование							
1.1	Гидростатическое формование. Газостатическое формование. /Лек/	3	4	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ПК-4-31	Л1.1Л2.1 Э1 Э2			
1.2	Формование порошков в толстостенных эластичных оболочках /Пр/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2			Р1
1.3	Подготовка к практическим занятиям и контрольной работе. /Ср/	3	14	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2			
	Раздел 2. Прокатка порошков							
2.1	Угловые параметры прокатки, уравнение прокатки. /Лек/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ПК-4-31	Л1.1Л2.1 Э1 Э2			
2.2	Разновидности прокатки металлических порошков. Брак при прокатке. /Пр/	3	2	ОПК-1-У1 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2			Р2
2.3	Подготовка к практическим занятиям и контрольной работе. /Ср/	3	12	ОПК-4-31 ОПК-4-У1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2			
	Раздел 3. Мундштучное формование							
3.1	Мундштучное формование пластифицированных порошковых смесей. /Лек/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2			
3.2	Мундштучное формование полых заготовок. Режимы удаления связующего. /Пр/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ПК-4-31	Л1.1Л2.1 Э1 Э2			Р3
3.3	Подготовка к практическим занятиям и контрольной работе. /Ср/	3	8	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2			
	Раздел 4. Шликерное формование							
4.1	Шликерное формование в пористых формах. Формование термопластичных шликеров. /Лек/	3	4	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ПК-4-31	Л1.1 Э1 Э2			
4.2	Электрофоретическое формование. /Пр/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ПК-4-У1	Л1.1 Э1 Э2			Р4

4.3	Подготовка к практическим занятиям и контрольной работе. /Ср/	3	10	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ПК -4-У1	Л1.1 Э1 Э2			
Раздел 5. Инжекционное формование								
5.1	Возможности инжекционного формования при производстве перспективных порошковых материалов. Требования, предъявляемые к порошкам и связующим. Способы удаления связующих из порошковых заготовок после инжекционного формования. /Лек/	3	4	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ПК -4-31	Л1.1 Э1 Э2			
5.2	Особенности конструкции пресс-оснастки и оборудования для инжекционного формования. /Пр/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-4-31 ПК- 4-У1	Л1.1 Э1 Э2			Р5
5.3	Подготовка к практическим занятиям и контрольной работе. /Ср/	3	16	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-4-31	Л1.1 Э1 Э2			
Раздел 6. Вибрационное формование								
6.1	Использование вибрационного воздействия на металлические порошки при их формовании в пресс-формах /Лек/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-4-У1 ПК -4-31	Л1.1 Э1 Э2			
6.2	Расчет би- и трифракционных смесей для вибрационного формования /Пр/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ПК -4-У1	Л1.1 Э1 Э2			Р6
6.3	Подготовка к практическим занятиям и контрольной работе. /Ср/	3	4	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-4-У1	Л1.1 Э1 Э2			
Раздел 7. Динамические методы формования								
7.1	Взрывные методы формования металлических порошков. Контрольная работа "Статические методы формования порошков" /Лек/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ПК -4-31	Л1.1,Л2.1 Э1 Э2			КМ1
7.2	Электрогидравлическое, электромагнитное и пневмомеханическое формование порошков. /Пр/	3	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ПК -4-У1	Л1.1 Э1 Э2			Р7
7.3	Подготовка к практическим занятиям. /Ср/	3	10	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ОПК-4-У1	Л1.1 Э1 Э2			

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 "Статические методы формования порошков"		<ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация методов формования металлических порошков. 2. Преимущества и недостатки методов изостатического формования. Требования, предъявляемые к рабочим жидкостям и материалам оболочек для гидростатического формования. 3. Последовательность технологических операций при гидростатическом формовании по методу "мокрого мешка". Брак при гидростатическом прессовании по методу "мокрого мешка". 4. Последовательность технологических операций при гидростатическом формовании по методу "сухого мешка". Разновидности метода. Брак при гидростатическом прессовании по методу "сухого мешка". 5. Преимущества и недостатки газостатического формования. Требования, предъявляемые к рабочим газам и материалам оболочек. 6. Разновидности технологического цикла газостатического формования. 7. Формование металлических порошков в толстостенных эластичных втулках как разновидность изостатического формования. 8. Преимущества и недостатки прокатки порошков. Угловые параметры прокатки. 9. Уравнение прокатки. Разновидности прокатки с точки зрения подачи порошка в очаг деформации. 10. Брак при прокатке порошков. 11. Мундштучное формование. 12. Общие сведения о шликерном формовании, его разновидности, преимущества и недостатки, характеристики шликера. 13. Технология приготовления пористых адсорбирующих форм. 11. Шликерное формование в пористых адсорбирующих формах: подготовка порошков, приготовление шликера, технологический цикл формования. 12. Особенности шликерного формования в пористых неадсорбирующих формах. Электрофоретическое формование. 13. Формование термопластичных шликеров. Термическое удаление связующего. 14. Преимущества и недостатки инъекционного формования. Требования, предъявляемые к порошкам и связующим. 15. Особенности цикла инъекционного формования Устройства пресс-оснастки для инъекционного формования. 16. Вибрационное формование.
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 "Формование порошков в толстостенных эластичных оболочках"	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-4-31;ПК-4-У1	Изучение уплотнения порошков в толстостенных эластичных втулках с имитацией всестороннего равномерного сжатия. Сравнение этого метода формования с формованием порошков в пресс-формах. Формирование требований к материалу толстостенной оболочки.
P2	Практическое занятие "Разновидности прокатки металлических порошков. Брак при прокатке".	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-1-У1;ПК-4-У1;ПК-4-31	Сравнение различных видов прокатки металлических порошков: вертикальной, горизонтальной, наклонной, радиусной. Изучение способов формования недлинномерных заготовок в прокатных станах. Изучение видов брака при прокатке.

P3	Практическое занятие "Мундштучное формование полых заготовок. Режимы удаления связующего".	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-1-31;ПК-4-31	Изучение особенностей оснастки для изготовления полых длинномерных изделий методом мундштучного формования. Изучение состава связующих для мундштучного формования. Изучение основных принципов удаления связующих из формовок и технологических режимов для реализации этих принципов.
P4	Практическое занятие "Электрофоретическое формование"	ОПК-4-31;ОПК-1-У1;ПК-4-У1;ОПК-4-У1;ОПК-1-31	Изучение условий формирования уплотненного слоя порошка на стенках формы под действием постоянного электрического поля.
P5	Практическое занятие "Особенности конструкции пресс-оснастки и оборудования для инжекционного формования"	ОПК-4-31;ОПК-1-31;ОПК-4-У1;ПК-4-У1	Изучение конструктивных элементов пресс-оснастки для инжекционного формования (ИФ) и их связи с технологическими параметрами ИФ. Изучение основных модулей машин для инжекционного формования с возвратно-поступательным движением шнека.
P6	Практическое занятие "Расчет би- и трифракционных смесей для вибрационного формования"	ОПК-1-31;ОПК-4-У1;ОПК-1-В1;ПК-4-У1	Изучение основных геометрических соотношений, обеспечивающих максимально плотную укладку частиц в би- и тридисперсных смесях порошков. Расчет массовых долей разных фракций в полифракционных смесях.
P7	Практические занятия "Электрогидравлическое, электромагнитное и пневмомеханическое формование порошков"	ОПК-4-У1;ОПК-4-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-4-У1	Изучение основных физических принципов электрогидравлического, электромагнитного и пневмомеханического формования порошков.

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

Образец билета для зачета с оценкой по дисциплине "Современные методы формования порошковых материалов"

Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС"
Институт экотехнологий и инжиниринга

Кафедра порошковой металлургии и функциональных покрытий
Направление подготовки "Металлургия", 22.04.02
Современные методы формования порошковых материалов

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №2

1. Общая характеристика методов изостатического формования, их преимущества и недостатки. Требования, предъявляемые к рабочим жидкостям и материалам оболочек для гидростатического формования.
2. Шликерное формование в пористых адсорбирующих формах: подготовка порошков, приготовление шликера, технологический цикл формования.

" _____ " _____ 20__ г.

Зав. кафедрой, проф., д.т.н.

Е.А. Левашов

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

Методика оценки обучающегося на зачете с оценкой

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	Либенсон Г. А., Лопатин В. Ю., Комарницкий Г. В.	Т.2: Формование и спекание	Электронная библиотека	, 2002

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Кипарисов С. С., Падалко О. В.	Оборудование предприятий порошковой металлургии: Учебник для вузов по спец. 'Композитивные и порошковые материалы, покрытия' и 'Физ.-хим.исслед.металлург.процес сов'	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1988

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Сайт Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный институт промышленной собственности»	www1.fips.ru
Э2	Государственная публичная научно-техническая библиотека России	http://www.gpntb.ru/

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
-----	------------------

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных**7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Ауд.	Назначение	Оснащение
К-107	Лаборатория прессования и формования:	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
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

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 прессования и формования:	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

При подготовке к контрольной работе и зачету с оценкой обучающемуся рекомендуется просмотреть базы данных патентных ведомств для сбора информации по новым разновидностям методов формования порошков.