

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)

Процессы консолидации порошковых материалов

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	5 ЗЕТ	
Часов по учебному плану	180	Формы контроля в семестрах: экзамен 2
в том числе:		
аудиторные занятия	114	
самостоятельная работа	39	
часов на контроль	27	

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	54	54	54	54
Лабораторные	24	24	24	24
Практические	36	36	36	36
Итого ауд.	114	114	114	114
Контактная работа	114	114	114	114
Сам. работа	39	39	39	39
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

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

Рабочая программа

Процессы консолидации 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-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 порошковых материалов, обучить выбору методов формования и спекания порошковых материалов различного назначения с учетом требуемых свойств для их конкретного применения, теоретическим основам конструирования порошковых материалов, особенностям методов контроля свойств порошковых материалов, управлять технологическими процессами получения порошковых материалов, эксплуатировать оборудование.
-----	--

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Закономерности, механизмы и методы диагностики процессов горения в СВС-системах	
2.1.2	Технологии инженерии поверхности	
2.1.3	Технологии получения порошкообразных материалов	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Защита интеллектуальной собственности	
2.2.2	Материаловедение в аддитивных технологиях	
2.2.3	Методы аттестации функциональных поверхностей материалов	
2.2.4	Методы получения и исследование покрытий медицинского назначения	
2.2.5	Порошковые материалы с особыми свойствами	
2.2.6	Теоретические основы получения и технологии твердых сплавов	
2.2.7	Технологии наноматериалов и гибридных наноматериалов	
2.2.8	Технология получения композиционных материалов для авиакосмической промышленности	
2.2.9	Физико-химические основы и технологии жаропрочных и жаростойких материалов	
2.2.10	Физико-химические основы и технологии композиционных материалов. Технологии углеродных материалов и графитов	
2.2.11	Физико-химические основы и технологии тепловыделяющих и поглощающих материалов	
2.2.12	Цифровые аддитивные технологии в имплантологии	
2.2.13	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.14	Преддипломная практика	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-1: Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по тематике организации	
Знать:	
ПК-1-31 Основные задачи операций формования и спекания порошковых материалов.	
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 порошковых материалов после формования и спекания.	
ПК-2: Способен проводить анализ и теоретически обобщать научные данные в соответствии с задачами исследования, изучать научно-техническую информацию, формировать программы исследований	
Знать:	
ПК-2-31 Взаимосвязь между основными явлениями, происходящими при формовании и спекании порошковых материалов.	
ОПК-2: Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы в условиях неопределенности и альтернативных решений в междисциплинарных областях	
Знать:	
ОПК-2-31 Возможности процессов формования и спекания при получении порошковых материалов 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	

Знать:
ПК-4-31 Основные зависимости свойств сформованных и спеченных порошковых материалов от свойств исходных материалов и параметров технологических операций.
Уметь:
ПК-4-У1 Оценивать влияние технологических параметров и свойств исходных порошков на свойства спрессованных и спеченных порошковых материалов.
ОПК-2: Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы в условиях неопределенности и альтернативных решений в междисциплинарных областях
Уметь:
ОПК-2-У1 Выбирать основное оборудование для прессования и спекания, обеспечивающее получение заданного комплекса свойств спеченного материала.
ПК-1: Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по тематике организации
Уметь:
ПК-1-У1 Оценивать возможности основного технологического оборудования для формования и спекания порошковых материалов с точки зрения возможности достижения целей НИР.
ПК-1-У2 Оценивать возможности оборудования для классификации и смешивания порошков с точки зрения решения задач НИР.
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-2: Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы в условиях неопределенности и альтернативных решений в междисциплинарных областях
Владеть:
ОПК-2-В1 Методиками оценки основных свойств спрессованных и спеченных порошковых материалов.

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. Подготовительные операции перед формованием порошковых материалов							
1.1	Отжиг исходных порошков перед их формованием. Основные задачи. Смешивание порошкообразных материалов между собой и смешивание порошкообразных материалов со связующими веществами. /Лек/	2	2	ПК-1-31 ПК-1-У2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2			
1.2	Классификация порошкообразных материалов перед формованием. Цели и оборудование для выполнения технологической операции. /Пр/	2	2	ПК-1-У2	Л1.1 Э1 Э2			Р7
1.3	Подготовка к практическому занятию. Подготовка к контрольной работе №1. /Ср/	2	4	ПК-1-31 ПК-1-У2	Л1.1 Э1 Э2 Э3			
	Раздел 2. Прессование порошковых материалов							

2.1	Арочный эффект при засыпке порошков в пресс-форму. Идеализированные и реальные кривые уплотнения порошкообразных материалов. Боковое давление, внешнее трение и неравноплотность прессовок. Упругое последствие, давление выпрессовывания, прочность порошковых формовок. Контрольная работа №1 "Процессы прессования порошковых материалов" /Лек/	2	10	ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-3-31 ПК-4-31 ОПК-2-У1 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-4-У1	Л1.Л2.3 Э1 Э2		КМ1	
2.2	Уравнения, описывающие зависимости относительной плотности порошковых прессовок от давления. Оценка доли усилия прессования на преодоление внешнего трения. Факторы, влияющие на прочность прессовок, обеспечение формуемости порошковых материалов с помощью пластификаторов. Применение смазок при прессовании порошковых материалов. Пресс-оснастка и прессы, применяемые для формования порошков. /Пр/	2	8	ОПК-2-У1 ПК-1-У1 ПК-4-У1	Л1.Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2			Р8,Р9,Р10,Р11
2.3	Изучение влияние давления прессования на уплотнение металлических порошков. Изучение распределения плотности по объему прессовок. Определение величины упругого последствия и давления выталкивания при прессовании. /Лаб/	2	12	ОПК-2-В1 ПК-3-В1 ПК-4-У1 ПК-1-У1 ОПК-2-У1	Л1.Л2.3 Э1 Э2			Р1,Р2,Р3
2.4	Подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам №1, №2, и №3 и контрольной работе №1. /Ср/	2	5	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-3-31 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3			
	Раздел 3. Изостатическое формование порошковых материалов							
3.1	Преимущества и недостатки изостатических методов формования порошковых материалов. Гидростатическое формование. Газостатическое формование. /Лек/	2	4	ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-4-31	Л1.Л2.1 Л2.2 Э1 Э2			
3.2	Формование порошковых материалов в толстостенных эластичных оболочках. /Пр/	2	2	ОПК-2-У1 ПК-1-У1 ПК-4-У1	Л1.1 Э1 Э2			Р12

3.3	Подготовка к практическим занятиям и контрольной работе №2. /Ср/	2	4	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ПК -1-31 ПК-1-У1 ПК-4-31 ПК-4- У1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3			
Раздел 4. Прокатка порошковых материалов								
4.1	Преимущества и недостатки прокатки как разновидности формования порошковых материалов. Угловые параметры прокатки, вывод уравнения прокатки. /Лек/	2	4	ОПК-2-31 ПК- 1-31 ПК-4-31	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2			
4.2	Разновидности прокатки металлических порошков. Брак при прокатке. /Пр/	2	2	ОПК-2-У1 ПК -1-У1 ПК-4-У1	Л1.1 Э1 Э2			P13
4.3	Подготовка к практическим занятиям и контрольной работе №2. /Ср/	2	4	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ПК -1-31 ПК-1-У1 ПК-4-31 ПК-4- У1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3			
Раздел 5. Мундштучное формование порошковых материалов								
5.1	Мундштучное формование пластифицированных порошковых смесей. Преимущества и недостатки метода. /Лек/	2	2	ОПК-2-31 ПК- 1-31 ПК-4-31	Л1.1 Э1 Э2			
5.2	Оснастка для мундштучного формования. Режимы удаления связующего. /Пр/	2	2	ОПК-2-У1 ПК -1-У1 ПК-4-У1	Л1.1 Э1 Э2			P14
5.3	Подготовка к практическим занятиям и контрольной работе №2. /Ср/	2	2	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ПК -1-31 ПК-1-У1 ПК-4-31 ПК-4- У1	Л1.1 Э1 Э2 Э3			
Раздел 6. Шликерное формование порошковых материалов								
6.1	Особенности шликерного формования порошковых материалов. Шликерное формование в пористых формах. Формование термопластичных шликеров. /Лек/	2	4	ОПК-2-31 ПК- 1-31 ПК-4-31	Л1.1 Э1 Э2			
6.2	Электрофоретическое формование. Режимы удаления связующего из заготовок, полученных из термопластичных шликеров. /Пр/	2	2	ОПК-2-У1 ПК -1-У1 ПК-4-У1	Л1.1 Э1 Э2			P15
6.3	Подготовка к практическим занятиям и контрольной работе №2. /Ср/	2	2	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ПК -1-31 ПК-1-У1 ПК-4-31 ПК-4- У1	Л1.1 Э1 Э2 Э3			
Раздел 7. Инжекционное формование порошковых материалов								

7.1	Возможности инъекционного формования при производстве перспективных порошковых материалов. Требования, предъявляемые к порошкам и связующим. Технологический цикл инъекционного формования. Способы удаления связующих из порошковых заготовок после инъекционного формования. /Лек/	2	4	ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-4-31	Л1.1 Э1 Э2			
7.2	Особенности конструкции пресс-оснастки и оборудования для инъекционного формования. /Пр/	2	2	ОПК-2-У1 ПК-1-У1	Л1.1 Э1 Э2			Р16
7.3	Подготовка к практическим занятиям и контрольной работе №2. /Ср/	2	2	ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ОПК-2-У1	Л1.1 Э1 Э2 Э3			
Раздел 8. Вибрационное формование порошковых материалов								
8.1	Преимущества и недостатки вибрационного формования (прессования) по сравнению с традиционным прессованием порошков. Особенности использование вибрационного воздействия на металлические порошки при их формовании в пресс-формах. /Лек/	2	2	ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-4-31	Л1.1 Э1 Э2			
8.2	Пресс-оснастка для вибрационного формования (прессования) порошковых материалов. /Пр/	2	2	ОПК-2-У1 ПК-1-У1	Л1.1 Э1 Э2			Р17
8.3	Подготовка к практическим занятиям и контрольной работе №2. /Ср/	2	2	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.1 Э1 Э2 Э3			
Раздел 9. Динамические методы формования порошковых материалов								
9.1	Особенности динамического воздействия при формовании порошковых материалов. Взрывные методы формования. Контрольная работа №2 "Разновидности формования порошковых материалов". /Лек/	2	4	ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-4-31 ОПК-2-У1 ПК-1-У1 ПК-3-31 ПК-4-У1	Л1.1 Э1 Э2		КМ2	
9.2	Электрогидравлическое, электромагнитное и пневмомеханическое формование порошковых материалов. /Пр/	2	2	ОПК-2-У1 ПК-1-У1 ПК-4-У1	Л1.1 Э1 Э2			Р18

9.3	Подготовка к практическим занятиям и контрольной работе №2. /Ср/	2	2	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ПК -1-31 ПК-1-У1 ПК-4-31 ПК-4- У1	Л1.1 Э1 Э2 Э3			
	Раздел 10. Спекание однокомпонентных материалов							
10.1	Роль спекание как технологической операции технологии порошковой металлургии. Основная задача спекания. Термодинамические предпосылки и движущие силы спекания порошковых материалов. Механизмы массопереноса при спекании: перенос через газовую фазу, поверхностная диффузия, объемная диффузия, диффузионно-вязкое течение. Контрольная работа №3 "Спекание однокомпонентных порошковых материалов". /Лек/	2	10	ОПК-2-31 ПК- 1-31 ПК-2-31 ПК-3-31 ПК-4- 31 ОПК-2-У1 ПК-1-У1 ПК-4- -У1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2			
10.2	Стадии спекания однокомпонентных порошковых материалов. Зависимости, описывающие разные механизмы массопереноса при спекании от времени. Усадка при спекании однокомпонентных материалов и ее математическое описание. Механизмы, обеспечивающие повышенную скорость усадки. Усадка при неизотермическом спекании. Влияние различных факторов на результаты спекания однокомпонентных материалов. /Пр/	2	4	ПК-4-У1 ПК-2 -31 ПК-4-31 ОПК-2-У1 ПК -1-У1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2			P19,P20
10.3	Изучение спекания однокомпонентных порошковых систем. /Лаб/	2	4	ОПК-2-В1 ПК- 3-В1 ПК-4-У1 ПК-1-У1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2			P4
10.4	Подготовка к практическим занятиям, лабораторной работе №4 и контрольной работе №3. /Ср/	2	3	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ПК -1-31 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-3- 31 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2 Э3			
	Раздел 11. Твердофазное спекание многокомпонентных порошковых материалов							

11.1	Особенности твердофазного спекания многокомпонентных систем в зависимости от вида диаграммы состояния. /Лек/	2	2	ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2			
11.2	Спекание порошковых материалов с не взаимодействующими компонентами. /Пр/	2	2	ПК-4-У1 ПК-2-31 ПК-4-31	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2			P21
11.3	Изучение спекания порошковых материалов с неограниченной растворимостью компонентов. /Лаб/	2	4	ОПК-2-В1 ПК-3-В1 ПК-4-У1 ПК-1-У1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2			P5
11.4	Подготовка к практическим занятиям, лабораторной работе №5 и контрольной работе №4. /Ср/	2	3	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-3-31 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2 Э3			
	Раздел 12. Жидкофазное спекание порошковых материалов							
12.1	Преимущества и недостатки жидкофазного спекания многокомпонентных порошковых систем. Стадии жидкофазного спекания с жидкой фазой, присутствующей до конца изотермической выдержки. Спекание систем с исчезающей жидкой фазой. Контрольная работа №4 "Спекание многокомпонентных порошковых материалов". /Лек/	2	4	ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31 ПК-3-31 ПК-4-31 ОПК-2-У1 ПК-1-У1 ПК-4-У1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2		КМ4	
12.2	Условия возникновения жидкой фазы при спекании. Контактное плавление. Роль смачивания при жидкофазном спекании. /Пр/	2	4	ОПК-2-У1 ПК-1-У1 ПК-4-У1 ПК-2-31 ПК-4-31	Л1.1 Э1 Э2			P22,P23
12.3	Изучение жидкофазного спекания порошковых материалов. /Лаб/	2	4	ОПК-2-В1 ПК-3-В1 ПК-4-У1 ПК-1-У1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2			P6
12.4	Подготовка к практическим занятиям, лабораторной работе №6 и контрольной работе №4. /Ср/	2	4	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-3-31 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3			
	Раздел 13. Горячее прессование порошковых материалов							
13.1	Возможности горячего прессования при получении порошковых материалов. /Лек/	2	2	ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2			
13.2	Электроразрядное спекание. Практика спекания. /Пр/	2	2	ОПК-2-У1 ПК-1-У1 ПК-4-У1 ПК-2-31 ПК-4-31	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2			P24

13.3	Подготовка к практическим занятиям. /Ср/	2	2	ОПК-2-У1 ОПК-2-31 ПК-1-У1 ПК-1-31 ПК-1-У2 ПК-2-31 ПК-3-31 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.Л2.1 Л2.2 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 "Процессы прессования порошковых материалов"	ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-3-31;ПК-4-У1;ПК-4-31	<ol style="list-style-type: none"> 1. Место прессования в общей классификации методов формования металлических порошков. 2. Отжиг, классификация, сухое смешивание, выполняемые перед прессованием: назначение, особенности выполнения. 3. Особенности мокрого и химического смешивания порошков. Их преимущества и недостатки. 4. Преимущества и недостатки метода прессования как способа формования металлических порошков и их смесей. Устройство пресс-формы. 5. Арочный эффект и его влияние на прессование порошка в пресс-формах. 6. Этапы идеализированной и реальной кривых уплотнения пластичных металлических порошков. Описание этапов. 7. Допущения, сделанные М.Ю. Бальшиным при выводе полулогарифмического уравнения. Критика допущений. 8. Трактовка результатов применения логарифмического уравнения М.Ю. Бальшина. 9. Уравнения прессования разных авторов (кроме М.Ю.Бальшина). 10. Причины возникновения бокового давления при прессовании порошков в пресс-формах. Оценка величины бокового давления. 11. Потери усилия прессования на преодоление внешнего трения при прессовании порошков в пресс-формах. 12. Распределение плотности по объему прессовки при одно- и двустороннем прессовании. Причины возникновения неравноплотности при прессовании в пресс-формах. 13. Использование смазок при прессовании металлических порошков. Виды смазок, способы и особенности их применения. 14. Упругое последствие прессовок и его последствия. Давление выталкивания. 15. Факторы влияющие на прочность прессовок и способы ее повышения. 16. Брак при прессовании. 17. Основные типы прессов, применяемых в порошковой металлургии. Их преимущества и недостатки.

КМ2	Контрольная работа №2 "Разновидности формования порошковых материалов"	ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-3-31;ПК-4-31;ПК-4-У1	<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 инжекционного формования. Требования, предъявляемые к порошкам и связующим. 15. Особенности цикла инжекционного формования Устройства пресс-оснастки для инжекционного формования. 16. Вибрационное формование. 17. Взрывное формование. Его разновидности и аппаратное оформление. 17. Электрогидравлическое, электромагнитное и пневмомеханическое формование.
КМ3	Контрольная работа №3 "Спекание однокомпонентных порошковых материалов"	ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-2-31;ПК-3-31;ПК-4-31;ПК-4-У1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Общая характеристика и целевая задача спекания как технологической . Классификация разновидностей спекания. 2. Стадии спекания в трактовке разных авторов 3. Возможность проведения спекания с точки зрения термодинамики. 4. Движущие силы спекания. 5. Перенос через газовую фазу, поверхностная диффузия - характеристика этих механизмов массопереноса и их результаты. 6. Объемная диффузия - характеристика этого механизма массопереноса и его результаты. Источники и стоки вакансий. 7. Диффузионно-вязкое течение, ползучесть кристаллических тел - результаты действия этих механизмов при спекании однокомпонентного порошкового тела. 8. Рекристаллизация при спекании. 9. Усадка порошкового тела при изотермическом и неизотермическом нагреве. Стадии уплотнения, уравнение В.А.Ивенсена. 10. "Искаженное" и "неискаженное" спекание по В.А. Ивенсену. 11. Анизотропия усадки, зональное обособление 12. Влияние свойств порошков и условий их спекания на свойства спеченных изделий. 13. Методы активации спекания.

КМ4	Контрольная работа №4 "Спекание многокомпонентных порошковых материалов"	ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-2-31;ПК-3-31;ПК-4-31;ПК-4-У1	<ol style="list-style-type: none">1. Спекание порошковых систем с неограниченной растворимостью компонентов.2. Спекание порошковых систем с ограниченной растворимостью компонентов.3. Особенности спекания многокомпонентных систем с не взаимодействующими компонентами.4. Жидкофазное спекания и его разновидности.5. Источники возникновения жидкой фазы. Понятие контактного плавления. Явление смачивание при жидкофазном спекании и способы управления им.6. Механическая перегруппировка частиц при жидкофазном спекании. Условия осуществления и особенности процесса.7. Перекристаллизация через жидкую фазу при жидкофазном спекании. Условия осуществления и особенности процесса.8. Срастание частиц твердой фазы на третьей стадии жидкофазного спекания.9. Спекание порошковых систем с жидкой фазой, исчезающей в процессе нагрева и в начале изотермической выдержки.10. Инфильтрация порошковой формовки.11. Виды брака при спекании.
-----	--	---	---

КМ5	Экзамен	ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-2-31;ПК-3-31;ПК-4-31;ПК-4-У1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация методов формования металлических порошков. 2. Подготовительные операции перед формованием: отжиг, классификация, сухое смешивание. 3. Подготовительные операции перед формованием: мокрое смешивание, химическое смешивание. Их преимущества и недостатки. 4. Прессование металлических порошков в пресс-формах: преимущества и недостатки метода. Устройство простейшей пресс-формы. 5. Арочный эффект: причины его возникновения и влияние на прессование порошка в пресс-формах. Поведение отдельных частиц и их цепочек при прессовании (по Бальшину). 6. Идеализированная кривая уплотнения металлических порошков (для пластичных и хрупких материалов). Стадии уплотнения и их характеристика (идеализированная и реальная кривая для пластичных и хрупких порошков). 7. Уравнения прессования М.Ю.Бальшина. Допущения, сделанные для их вывода. Трактовка результатов применения логарифмического уравнения. Трактовка показателя прессования m. 8. Уравнения прессования разных авторов (кроме М.Ю.Бальшина). 9. Боковое давление при прессовании порошка в пресс-формах. Оценка величины бокового давления. 10. Оценка величины потерь усилия прессования на преодоление внешнего трения. 11. Распределение плотности по объему прессовки. Причины неравноплотности при прессовании порошка в пресс-формах. 12. Прессование металлического порошка со смазкой. Виды смазок, способы и особенности их применения. 13. Упругое последствие. Давление выталкивания. 14. Прочность прессовок. Способы ее повышения. Особенности применения для этой цели пластификаторов и смазок. 15. Брак при прессовании. 16. Прессы, применяемые в технологии порошковой металлургии. Их преимущества и недостатки. 17. Преимущества и недостатки методов изостатического формования. Требования, предъявляемые к рабочим жидкостям и материалам оболочек для гидростатического формования. 18. Последовательность технологических операций при гидростатическом формовании по методу "мокрого мешка". Брак при гидростатическом прессовании по методу "мокрого мешка". 19. Последовательность технологических операций при гидростатическом формовании по методу "сухого мешка". Разновидности метода. Брак при гидростатическом прессовании по методу "сухого мешка". 20. Преимущества и недостатки газостатического формования. Требования, предъявляемые к рабочим газам и материалам оболочек. 21. Разновидности технологического цикла газостатического формования. 22. Формование металлических порошков в толстостенных эластичных втулках как разновидность изостатического формования. 23. Преимущества и недостатки прокатки порошков. Угловые параметры прокатки. 24. Уравнение прокатки. Разновидности прокатки с точки зрения подачи порошка в очаг деформации. 25. Брак при прокатке порошков. 26. Мундштучное формование. 27. Общие сведения о шликерном формовании, его разновидности, преимущества и недостатки, характеристики шликера. 28. Технология приготовления пористых адсорбирующих форм. 29. Шликерное формование в пористых адсорбирующих формах: подготовка порошков, приготовление шликера, технологический цикл формования. 30. Особенности шликерного формования в пористых неадсорбирующих формах. Электрофоретическое формование. 31. Формование термопластичных шликеров. Термическое
-----	---------	---	---

			<p>удаление связующего.</p> <p>32. Преимущества и недостатки инъекционного формования. Требования, предъявляемые к порошкам и связующим.</p> <p>33. Особенности цикла инъекционного формования Устройства пресс-оснастки для инъекционного формования.</p> <p>34. Вибрационное формование.</p> <p>35. Общая характеристика динамических методов формования порошковых материалов. Преимущества и недостатки методов.</p> <p>36. Взрывное формование порохами и бризантными взрывчатыми веществами.</p> <p>37. Электрогидравлическое, электромагнитное и пневмомеханическое формование порошковых материалов.</p> <p>38. Определение операции спекания, его общая характеристика и целевая задача. Классификация видов спекания.</p> <p>39. Стадии спекания (2 подхода к разделению спекания на стадии).</p> <p>40. Термодинамические предпосылки спекания. Движущие силы спекания.</p> <p>41. Механизмы массопереноса: перенос через газовую фазу, поверхностная диффузия.</p> <p>42. Механизмы массопереноса: объемная диффузия, источники и стоки вакансий в порошковом однокомпонентном теле.</p> <p>43. Механизмы массопереноса: диффузионно-вязкое течение, ползучесть кристаллических тел.</p> <p>44. Рекристаллизация при спекании.</p> <p>45. Уплотнение порошкового тела при нагреве: стадии уплотнения, уравнение В.А.Ивенсена.</p> <p>46. Представления В.А.Ивенсена об "искаженном" и "неискаженном" спекании.</p> <p>47. Механизмы, обеспечивающие большую скорость усадки, в том числе на начальных этапах спекания и при скачкообразном подъеме температуры.</p> <p>48. Анизотропия усадки, зональное обособление.</p> <p>49. Влияние свойств порошков на спекание.</p> <p>50. Влияние условий формования порошков на результаты спекания.</p> <p>51. Влияние условий спекания на его результаты.</p> <p>52. Физические методы активации спекания.</p> <p>53. Химические методы активации спекания.</p> <p>54. Особенности спекания формовок из ультрадисперсных порошков.</p> <p>55. Спекание многокомпонентных систем с неограниченной растворимостью компонентов.</p> <p>56. Спекание многокомпонентных систем с ограниченной растворимостью компонентов.</p> <p>57. Спекание многокомпонентных систем с не взаимодействующими компонентами.</p> <p>58. Особенности спекания порошковых систем с участием жидкой фазы. Классификация жидкофазного спекания.</p> <p>59. Источники возникновения жидкой фазы. Особенности контактного плавления. Смачивание при жидкофазном спекании.</p> <p>60. Стадии жидкофазного спекания: механическая перегруппировка.</p> <p>61. Стадии жидкофазного спекания: перекристаллизация через жидкую фазу.</p> <p>62. Стадии жидкофазного спекания: срастание частиц твердой фазы.</p> <p>63. Спекание систем с исчезающей жидкой фазой.</p> <p>64. Инфильтрация порошковой формовки.</p> <p>65. Практика спекания: классификация печей, применяемых в порошковой металлургии. Атмосферы спекания.</p> <p>66. Практика спекания: брак при спекании.</p> <p>67. Горячее прессование. Электроразрядное спекание.</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	Лабораторная работа №1 "Изучение влияние давления прессования на уплотнение металлических порошков"	ОПК-2-В1;ПК-1-У1;ПК-3-В1;ПК-4-У1;ОПК-2-У1	Изучение уплотнения различных порошков (разные фракции одного и того же порошка, порошки одной химической природы с частицами разной формы, порошки разной химической природы) при различных давлениях с одно- и двусторонним приложением нагрузки.
P2	Лабораторная работа №2 "Изучение распределения плотности по объему прессовок"	ОПК-2-В1;ОПК-2-У1;ПК-1-У1;ПК-3-В1;ПК-4-У1	Изучение послойного распределения плотности в порошковой прессовке при одно- и двустороннем приложении нагрузки с нанесением смазки на элементы пресс-оснастки и без нанесения смазки.
P3	Лабораторная работа №3 "Определение величины упругого последствие и давления выталкивания при прессовании"	ОПК-2-В1;ОПК-2-У1;ПК-1-У1;ПК-3-В1;ПК-4-У1	Изучение влияния давления прессования на радиальное и аксиальное упругое последствие, а также на давление выталкивания.
P4	Лабораторная работа №4 "Изучение спекания однокомпонентных порошковых систем"	ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ПК-1-У1;ПК-3-В1;ПК-4-У1	Изучение влияния свойств исходных порошков, давления прессования, температуры и времени изотермической выдержки на относительную плотность и усадку спеченных заготовок.
P5	Лабораторная работа №5 "Изучение спекания порошковых материалов с неограниченной растворимостью компонентов"	ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ПК-1-У1;ПК-3-В1;ПК-4-У1	Изучение влияния содержания неограниченно растворимых компонентов на усадку спеченных заготовок на примере системы Cu-Ni.
P6	Лабораторная работа №6 "Изучение жидкофазного спекания порошковых материалов"	ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ПК-1-У1;ПК-3-В1;ПК-4-У1	Изучение спекания с исчезающей жидкой фазой на примере системы Cu-Sn и спекания с жидкой фазой, присутствующей до конца изотермической выдержки, на примере системы Cu-Pb.
P7	Практическое занятие №1 "Классификация порошкообразных материалов перед формованием. Цели и оборудование для выполнения технологической операции"	ПК-1-У2	Ознакомление с принципами работы оборудования для классификации порошкообразных материалов. Основные ограничения различных видов оборудования.
P8	Практическое занятие №2 "Уравнения, описывающие зависимости относительной плотности порошковых прессовок от давления"	ПК-4-У1	Изучение полулогарифмического и логарифмического уравнений М.Ю. Бальшина (допущения, ограничения, трактовка показателя прессования m). Ознакомление с уравнениями Конопицкого-Горре, Знатаковой-Лихтмана, Агте-Петрдлика, Кунина-Юрченко, Николаева.

P9	Практическое занятие №3 "Оценка доли усилия прессования на преодоление внешнего трения"	ПК-1-У1;ПК-4-У1	Вывод формул для оценки доли усилия прессования на преодоление внешнего трения. Изучение влияния соотношения геометрических параметров прессовок на степень их неравноплотности.
P10	Практическое занятие №4 "Факторы, влияющие на прочность прессовок, обеспечение формуемости порошковых материалов с помощью пластификаторов. Применение смазок при прессовании порошковых материалов."	ПК-1-У1;ПК-4-У1	Изучение эффектов, обеспечивающих формуемость порошкообразных материалов и тем самым влияющих на прочность прессовок. Обеспечение формуемости твердых порошкообразных материалов с помощью связок (пластификаторов). Особенности применения смазок для снижения внешнего и межчастичного трения и их влияние на прочность прессовок.
P11	Практическое занятие №5 "Пресс-оснастка и прессы, применяемые для формования порошков"	ОПК-2-У1;ПК-1-У1;ПК-4-У1	Ознакомление с основными типами прессового оборудования, применяемого для прессования порошковых материалов. Преимущества и недостатки основных типов прессового оборудования. Изучение основных принципов конструирования простейших пресс-форм.
P12	Практическое занятие №6 "Формование порошковых материалов в толстостенных эластичных оболочках"	ОПК-2-У1;ПК-1-У1;ПК-4-У1	Изучение изостатического формования порошковых материалов в пресс-формах с помощью толстостенных эластичных оболочек. Сравнение результатов формования в толстостенных эластичных оболочках с традиционным прессованием в пресс-формах.
P13	Практическое занятие №7 "Разновидности прокатки металлических порошков. Брак при прокатке"	ОПК-2-У1;ПК-1-У1;ПК-4-У1	Изучение разновидностей прокатки: вертикальной, горизонтальной, наклонной, радиусной. Знакомство с устройствами дозированной подачи порошка в очаг деформации. Изучение видов брака при прокатке и его причин.
P14	Практическое занятие №8 "Оснастка для мундштучного формования. Режимы удаления связующего"	ОПК-2-У1;ПК-1-У1;ПК-4-У1	Изучение оснастки для мундштучного формования, в том числе для формования полых длинномерных изделий. Особенности удаления связующего из пластифицированных смесей для мундштучного формования.
P15	Практическое занятие №9 "Электрофоретическое формование. Режимы удаления связующего из заготовок, полученных из термопластичных шликеров."	ОПК-2-У1;ПК-1-У1;ПК-4-У1	Изучение основных принципов шликерного формования в постоянном электрическом поле. Изучение основных особенностей термического удаления связующего из формовок, полученных из термопластичных шликеров.

P16	Практическое занятие №10 "Особенности конструкции пресс-оснастки и оборудования для инжекционного формования"	ОПК-2-У1;ПК-1-У1	Изучение основных элементов оснастки для инжекционного формования и их назначения. Виды машин для инжекционного формования, их преимущества и недостатки.
P17	Практическое занятие №11 "Пресс-оснастка для вибрационного формования (прессования) порошковых материалов"	ОПК-2-У1;ПК-1-У1	Изучение особенностей пресс-оснастки, способной передавать вибрационное воздействие на порошок. Конструкции прессов со встроенными вибраторами.
P18	Практическое занятие №12 "Электрогидравлическое, электромагнитное и пневмомеханическое формование порошковых материалов"	ОПК-2-У1;ПК-1-У1;ПК-4-У1	Изучение принципов работы и конструкции установок для электрогидравлического, электромагнитного и пневмомеханического формования порошковых материалов.
P19	Практическое занятие №13 "Стадии спекания однокомпонентных порошковых материалов. Зависимости, описывающие разные механизмы массопереноса при спекании от времени. Усадка при спекании однокомпонентных материалов и ее математическое описание."	ПК-4-У1;ПК-2-31;ПК-3-31	Изучение стадий спекания по различным моделям. Усадка порошковых материалов на различных стадиях спекания. Использование уравнения Ивенсена для описания усадки однокомпонентных систем. Математические выражения для описания зависимости диаметра контактного перешейка от времени для различных механизмов массопереноса.
P20	Практическое занятие №14 "Механизмы, обеспечивающие повышенную скорость усадки. Усадка при неизотермическом спекании. Влияние различных факторов на результаты спекания однокомпонентных материалов."	ПК-4-У1;ПК-2-31;ПК-3-31;ОПК-2-У1;ПК-1-У1	Изучение механизмов массопереноса, обеспечивающих повышенную скорость усадки по сравнению с чисто диффузионными механизмами. Особенности усадки при подъеме температуры. Изучение влияния свойств порошков, условий формования и спекания на свойства спеченных порошковых материалов.
P21	Практическое занятие №15 "Спекание порошковых материалов с не взаимодействующими компонентами"	ПК-4-У1;ПК-2-31;ПК-4-31	Изучение уплотнения матриц порошковых материалов с не взаимодействующими компонентами в системах Cu-C и Cu-Al ₂ O ₃ .

P22	Практическое занятие №16 "Условия возникновения жидкой фазы при спекании. Контактное плавление."	ПК-4-У1;ПК-2-31;ПК-4-31	Изучение условий возникновения жидкой фазы при спекании порошковых материалов: плавление легкоплавкого компонента, контактное плавление. Изучение условий появления жидкой фазы в результате контактного плавления. Диаграммы состояния двойных систем, обеспечивающих контактное плавление.
P23	Практическое занятие №17 "Роль смачивания при жидкофазном спекании"	ОПК-2-У1;ПК-1-У1;ПК-4-У1;ПК-2-31;ПК-4-31	Условие смачивания жидкостью твердой фазы. Аппаратное оформление жидкофазного спекания, обеспечивающее наилучшие условия смачивания.
P24	Практическое занятие №18 "Электроразрядное спекание. Практика спекания"	ОПК-2-У1;ПК-1-У1;ПК-4-У1;ПК-2-31;ПК-4-31	Знакомство с конструкцией установки для электроразрядного спекания. Знакомство с устройством основных типов печей для спекания порошковых материалов (по различным классификациям). Изучение сред спекания и засыпок.

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

Образец билета для экзамена по дисциплине "Процессы консолидации порошковых материалов"

Национальный исследовательский технологический университет "МИСИС"
Институт технологий

Кафедра порошковой металлургии и функциональных покрытий
Направление подготовки "Металлургия", 22.04.02
Процессы консолидации порошковых материалов

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №2

1. Арочный эффект: причины его возникновения и влияние на прессование порошка в пресс-формах. Поведение отдельных частиц и их цепочек при прессовании (по Бальшину).
2. Формование металлических порошков в толстостенных эластичных втулках как разновидность изостатического формования.
3. Механизмы массопереноса: перенос через газовую фазу, поверхностная диффузия.

" _____ " _____ 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	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 Сергей Сергеевич, Падалко О. В.	Оборудование предприятий порошковой металлургии: Учебник для вузов по спец. 'Композитивные и порошковые материалы, покрытия' и 'Физ.-хим. исслед. металлург. процессов'	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1988
Л2.2	Либенсон Г. А., Панов В. С.	Оборудование цехов порошковой металлургии: учеб. пособие для машиностроит. техникумов по спец. 'Порошковая металлургия и пр-во твердых сплавов'	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1983
Л2.3	Либенсон Герман Абрамович, Никифоров О. А., Кипарисов Сергей Сергеевич	Теория процессов формования и спекания порошков. Разд.: Прессование металлических порошков: Курс лекций. Учебное пособие	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1976
Л2.4	Либенсон Герман Абрамович, Никифоров О. А., Кипарисов Сергей Сергеевич	Теория процессов формования и спекания порошков. Разд.: Спекание порошков: Курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1976
Л2.5	Аникин Вячеслав Николаевич, Блинков Игорь Викторович, Челноков Валентин Сергеевич, др.	Теоретические основы спекания порошков. Механизмы припекания сферических тел: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2013
Л2.6	Аникин Вячеслав Николаевич, Блинков Игорь Викторович, Челноков Валентин Сергеевич, др.	Теоретические основы спекания порошков. Кинетика спекания реальных материалов: курс лекций: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия'	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2014

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»	www1.fips.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	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
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
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
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 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

Лабораторные работы по дисциплине "Процессы консолидации порошковых материалов" выполняются по изданию Процессы порошковой металлургии: лаб. практикум/ В.Ю. Лопатин [и др.].- Москва: Изд. дом НИТУ "МИСиС", 2021.- 110 с.

При подготовке к экзамену обучающемуся рекомендуется просмотреть базы данных патентных ведомств для сбора информации по новым разновидностям методов формования порошков.