Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 03.10.2023 15:03:54
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВОНАУКИИВЫСШЕГООБРАЗОВАНИЯРОССИЙСКОЙФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕГОСУДАРСТВЕННОЕАВТОНОМНОЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕУЧРЕЖДЕНИЕВЫСШЕГООБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙУНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙПОЛИТЕХ)

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения
_____ /Е.В. Сафонов/

«__» сентября 2022г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Порошковые технологии»

Направление подготовки
22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Профиль
«Перспективные материалы и технологии»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва 2022г.

Программа дисциплины «Порошковые технологии» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», профиль подготовки «Перспективные материалы и технологии»

Программу составили:

_____ доцент, к.т.н. Тер-Ваганянц Ю.С.

Программа дисциплины «Порошковые технологии» по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», утверждена на заседании кафедры «Материаловедение».
«23» 06 2022 г., протокол № 11

Заведующий кафедрой «Материаловедение»
проф., д.т.н. /Овчинников В.В./

Программа согласована с руководителем образовательной программы «Перспективные материалы и технологии»

_____ /С.В. Якутина/

«23» 06 2022 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета Машиностроения

Председатель комиссии _____ /А.Н. Васильев/

«13» 09 2022 г. Протокол: № 14-22

Присвоен регистрационный номер:	**22.03.01.01/01.2022. 45.2**

1. Цели освоения дисциплины.

К **основным целям** освоения дисциплины «Порошковые технологии» следует отнести:

– формирование знаний о современных методах получения порошковых металлов и сплавов, а также изделий из них;

– подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению, в том числе формирование умений по выявлению необходимых усовершенствований и разработке новых, более эффективных методах получения порошковых материалов.

К **основным задачам**освоения дисциплины «Порошковые технологии»следует отнести:

– освоение способов получения порошковых материалов, технологических приемов формообразования изделий из порошковых материалов и механизмов, протекающих при спекании порошковых тел.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.

Дисциплина «Порошковые технологии» относится к числу элективных дисциплин основной образовательной программы бакалавриата.

«Порошковые технологии» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.2):

– Металлические материалы;

– Неметаллические материалы;

–Выбор материалов для изготовления изделий;

– Технологические процессы получения и обработки материалов.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
УК-1	способностью осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации,	− знает принципы сбора, отбора и обобщения информации − умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных

	применять системный подход для решения поставленных задач	видов профессиональной деятельности − имеет практический опыт работы с информационными источниками, опыт научного поиска, создания научных текстов
УК-6	способностью управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	− знает основные принципы самовоспитания и самообразования, профессионального и личностного развития, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда − умеет планировать свое рабочее время и время для саморазвития. формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, индивидуально-личностных особенностей − имеет практический опыт получения дополнительного образования, изучения дополнительных образовательных программ
ПК-1	способностью выполнять комплексные исследования и испытания материалов (изделий), обрабатывать, анализировать и представлять результаты исследований	- знать: цели и задачи проводимых исследований, методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации; - уметь: проводить наблюдения и измерения, составлять отчеты по результатам проведенных экспериментов, обрабатывать и представлять полученные результаты; - иметь навыки проведения измерений и наблюдений, обработки результатов, составления отчетов и представления полученных данных
ПК-2	способностью осуществлять выбор материалов и технологических процессов для получения заданного комплекса свойств	- знать: металлические и неметаллические конструкционные и инструментальные материалы, их свойства, способы упрочнения, технологические возможности термической обработки, методы проведения структурного анализа и определения эксплуатационных свойств деталей и инструментов - уметь: выбирать материалы для деталей машин, приборов и инструментов, вид термической обработки, проводить структурный анализ и измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства деталей и инструментов, устанавливать причины их отклонения от заданных параметров; - иметь навыки: выбора материалов для

		различных изделий, вид термической обработки, проведения структурного анализа, измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства деталей и инструментов, устанавливать причины их отклонения от заданных параметров

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетные единицы, т.е. **108**академических часов(из них 36 часов – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Порошковые технологии»изучаются на втором курсе.

Третий семестр: лекции– 1 час в неделю (18 часов), семинарские занятия– 1 час в неделю (18 часов), лабораторные работы - 2 часа в неделю (36 часов) форма контроля – экзамен.

Структура и содержание дисциплины «Порошковые технологии» по срокам и видам работы отражены в Приложении 2.

Содержание разделов дисциплины.

Введение

Предмет, задачи и содержание дисциплины. Современное состояние и перспективы развития производства порошковых материалов. Структура курса, его место и роль в подготовке специалиста, связь с другими дисциплинами.

Основные термины и определения.

Понятия о «металлическом порошке», «прессуемости и формуемости металлического порошка», «спекании металлического порошка», «конструкционном порошковом материале», «композиционном порошковом материале» (ГОСТ 17359-82).

Свойства порошков и методы их получения.

Свойства порошков и методы их определения.

Химические, физические и технологические свойства порошков. Форма, размер частиц и методы их определения. Методы анализа дисперсности порошка. Удельная поверхность, пикнометрическая плотность и микротвердость частиц.

ГОСТы и ТУ на металлические порошки. Техника безопасности при работе с порошками.

Измельчение твердых материалов.

Методы измельчения твердых материалов: обработка резанием, размол в шаровых вращающихся мельницах, ультразвуковое диспергирование, размол в вихревых и струйных мельницах, размол в молотковых мельницах, измельчение в щековых, валковых и конусных дробилках, измельчение ультразвуком.

Диспергирование металлических расплавов.

Виды диспергирования расплавов: центробежное и ультразвуковое распыление. Технология распыления порошков различных металлов.

Восстановление химических соединений.

Классификация методов восстановления железа: физико-химические, механические. Термодинамика и кинетика процессов восстановления. Восстановители, их свойства и методы получения.

Производство порошков электролизом.

Физико-химические основы выделения порошков металлов. Технология получения порошков меди, никеля и других металлов электролизом водных растворов. Технология получения порошков тантала, титана и других металлов электролизом расплавов.

Производство порошков термической диссоциацией химических соединений и другими методами.

Физико-химические основы карбонильного метода. Технология карбонильных порошков железа и никеля. Межкристаллитная коррозия, возгонка и конденсация, термодиффузионное насыщение и другие методы получения порошков различных металлов и сплавов.

Технологии формования порошковых материалов.

Классификация методов формования на статические и динамические. Подготовительные операции порошков к формованию. Смешивание порошков.

Прессование металлических порошков.

Технология, достоинства и недостатки прессования. Физические основы прессования металлических порошков. Прочность прессовок. Использование смазок при прессовании: инертные и активные. Практика прессования и брак при прессовании. Нагружающие устройства – прессы.

Статические методы формования металлических порошков.

Изостатическое формование: сущность, преимущества и недостатки. Технология гидростатического формования. Газостатическое формование: сущность, преимущества и недостатки. Метод формования в толстостенных эластичных оболочках. Технологические процессы мундштучного, шликерного и инжекционного формования. Вибрационное формование: сущность метода и классификация.

Прокатка металлических порошков.

Виды, технология, достоинства и недостатки метода. Геометрические и технологические параметры прокатки. Три основных периода прокатки: начальный неустановившийся, установившийся и конечный нестационарный период. Схемы прокатки: вертикальная, горизонтальная и наклонная.

Динамические методы формования металлических порошков.

Преимущества и недостатки. Технологии взрывного, электрогидравлического, электромагнитного и пневмомеханического формования. Оценка результатов динамического формования.

Технологии спекания порошковых материалов.

Классификация методов спекания: твердофазное, горячее прессование, жидкофазное спекание.

Спекание однокомпонентных систем

Термодинамические предпосылки спекания однокомпонентных систем. Стадии спекания. Движущие силы спекания однокомпонентных систем. Механизмы массопереноса. Ползучесть кристаллических тел. Рекристаллизация при спекании. Уплотнение при спекании. Анизотропия усадки, зональное обособление. Влияние технологических факторов на процесс спекания. Активированное спекание.

Спекание многокомпонентных систем

Общие закономерности спекания. Спекание систем с неограниченной и ограниченной растворимостью компонентов. Спекание систем с невзаимодействующими компонентами. Закономерности спекания многокомпонентных систем с образованием жидкой фазы (жидкофазное спекание). Инфильтрация: физико-химические основы и закономерности.

Технологии обработки изделий из порошковых материалов.

Термическая обработка. Химико-термическая обработка. Дисперсионно-упрочняющая термическая обработка. Защита от коррозии. Механическая обработка

5. Образовательные технологии.

Методика преподавания дисциплины«Порошковые технологии» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятийв сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– подготовка, представление и обсуждение презентаций на семинарских занятиях;

– организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме устного опроса.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Контроль успеваемости и качества подготовки проводится в соответствием с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в московском политехническом университете".

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля:

- контроль текущей успеваемости (текущий контроль);
- промежуточная аттестация.

6.1. Организация и порядок проведения текущего контроля.

6.1.1. Формы проведения контроля.

Для проведения текущего контроля применяются следующие формы: рефераты, коллоквиумы, лабораторные работы.

6.1.2. Содержание текущего контроля.

Содержание форм текущего контроля и порядок их применения изложены в приложении к рабочей программе "Фонд оценочных средств" (приложение 1)".

6.1.3. Сроки выполнения текущего контроля и шкала и критерии оценивания результатов.

Сроки выполнения текущего контроля и шкала, и критерии оценивания результатов изложены в приложении к рабочей программе "Фонд оценочных средств" (приложение 1)".

6.2. Промежуточная аттестация.Организация и порядок проведения.

6.2.1. Форма проведения промежуточной аттестации

Форма, предусмотренная учебным планом - экзамен.

Промежуточная аттестация проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачётно-экзаменационной сессии.

До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины.

Перечень обязательных работ и форма отчетности по ним представлены в таблице:

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Лабораторные работы (перечень лабораторных работ в приложении 1)	Оформленные отчеты лабораторных работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины с отметкой преподавателя «зачтено», если выполнены и оформлены все работы.
Коллоквиум (темы для коллоквиумов в приложении 1)	Отметка в журнале преподавателем о присутствии и активном участии обучающегося на обсуждении темы коллоквиума.
Реферат (темы рефератовв приложении 1)	Оформленный реферат с отметкой преподавателя «зачтено», подготовленная презентация по теме реферата, отметка преподавателем в журнале о выступлении обучающегося на занятии.

*Если не выполнен один или более видов учебной работы, указанных в таблице, преподаватель имеет право выставить неудовлетворительную оценку по итогам промежуточной аттестации.

6.2.2.Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации и их

описание.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях обычной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.
Не удовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой дисциплины. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

6.2.3. Организация и порядок проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация - (экзамен) проводится по билетам в устной форме
Регламент проведения аттестации:

- время для подготовки ответа на вопросы не более 40 мин.;
- время на ответ на заданные вопросы не более 10 мин.

Содержание экзаменационного задания: билет состоит из трех теоритических вопросов. Перечень вопросов, выносимых преподавателем на аттестацию по дисциплине и из которых формируются экзаменационные билетыизложены в приложении к рабочей программе "Фонд оценочных средств" (приложение 1)".

Приложение 1 к

рабочей программе

МИНИСТЕРСТВОНАУКИИВЫСШЕГООБРАЗОВАНИЯРОССИЙСКОЙФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕГОСУДАРСТВЕННОЕАВТОНОМНОЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕУЧРЕЖДЕНИЕВЫСШЕГООБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙУНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ
ОП (профиль): «Перспективные материалы и технологии»
Форма обучения: очная
Вид профессиональной деятельности: научно-исследовательская и расчетно-аналитическая, производственная и проектно-технологическая

Кафедра: «Материаловедение»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Порошковые технологии

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

А. Темы рефератов
Б. Вопросы к экзамену
В. Темы коллоквиума
Г. Перечень лабораторных работ

Составители:
доцент, к.т.н. Тер-Ваганянц Ю.С.

Москва, 2022год

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

ПОРОШКОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ					
ФГОС ВО **22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»**					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **профессиональныекомпетенции**:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
ИН-ДЕКС	**ФОРМУЛИРОВ-КА**				
УК-1	способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	− знает принципы сбора, отбора и обобщения информации − умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности − имеет практический опыт работы с информационными источниками, опыт научного поиска, создания научных текстов	лекция, самостоятельная работа, семинарскиезанятия	Р, Экз К ЛР	**Базовый уровень** - способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задачв стандартных учебных ситуациях **Повышенный уровень** - способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задачв конкретных производственных

УК-6	способность управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	– знает основные принципы самовоспитания и самообразования, профессионального и личностного развития, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда – умеет планировать свое рабочее время и время для саморазвития. формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, индивидуально-личностных особенностей – имеет практический опыт получения дополнительного образования, изучения дополнительных образовательных программ	лекция, самостоятельная работа, семинарскиезанятия	Р, Экз К ЛР	**Базовый уровень** - способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвитияв стандартных учебных ситуациях **Повышенный уровень** - способен планировать свое рабочее время и время для саморазвития, формулировать цели личностного и профессионального развития для достижения наилучших

ПК-1	способность выполнять комплексные исследования и испытания материалов (изделий), обрабатывать, анализировать и представлять результаты исследований	- знать: цели и задачи проводимых исследований, методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации; - уметь: проводить наблюдения и измерения, составлять отчеты по результатам проведенных экспериментов, обрабатывать и представлять полученные результаты; - иметь навыки проведения измерений и наблюдений, обработки результатов, составления отчетов и представления полученных данных	лекция, самостоятельная работа, семинарскиезанятия	Р, Экз К ЛР	**Базовый уровень** - способен выполнять комплексные исследования и испытания материалов (изделий), обрабатывать, анализировать и представлять результаты исследованийв стандартных учебных ситуациях **Повышенный уровень** - способен выполнять комплексные исследования и испытания материалов (изделий), обрабатывать, анализировать и представлять

ПК-2	способность осуществлять выбор материалов и технологических процессов для получения заданного комплекса свойств	- знать: металлические и неметаллические конструкционные и инструментальные материалы, их свойства, способы упрочнения, технологические возможности термической обработки, методы проведения структурного анализа и определения эксплуатационных свойств деталей и инструментов - уметь: выбирать материалы для деталей машин, приборов и инструментов, вид термической обработки, проводить структурный анализ и измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства деталей и инструментов, устанавливать причины их отклонения от заданных параметров; - иметь навыки: выбора материалов для различных изделий, вид термической обработки, проведения структурного анализа, измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства деталей и инструментов, устанавливать причины их отклонения от заданных параметров	лекция, самостоятельная работа, семинарскиезанятия	Р, Экз К ЛР	**Базовый уровень** - способен осуществлять выбор материалов и технологических процессов для получения заданного комплекса свойств в стандартных учебных ситуациях **Повышенный уровень** - способен осуществлять выбор материалов и технологических процессов для получения заданного комплекса свойств в конкретных производственных условиях

**Сокращения форм оценочных средств см. в таблице 2.

Таблица 2

Перечень оценочных средств по дисциплине «Порошковые технологии»

№ ОС	Наименование оценочногосредства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Реферат (Р)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.	Темырефератов
2	Коллоквиум (К)	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования педагогического работника с обучающимися.	Темыколлоквиума
3	Устный опрос (Э– экзамен)	Диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала	Перечень вопросов к экзамену
4	Лабораторные работы (ЛР)	Оценка способности студента применить полученные ранее знания для проведения анализа, опыта, эксперимента и выполнения последующих расчетов, а также составления выводов	Перечень лабораторных работ и их оснащение

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки:
22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ
ОП (профиль): «Перспективные материалы и технологии»

Кафедра *«Материаловедение»*
(наименование кафедры)

Темы рефератов (УК-1, УК-6)

по дисциплине*«Порошковые технологии»*
(наименование дисциплины)

1. Современное состояние и перспективы развития порошковой металлургии.
2. Химические, физические и технологические свойства порошкови методы их определения.
3. Методы измельчения твердых материалов.
4. Диспергирование металлических расплавов.
5. Технология распыления порошков различных металлов.
6. Восстановление химических соединений.
7. Производство порошков электролизом.
8. Производство порошков термической диссоциацией химических соединений и другими методами.
9. Подготовка порошков к формованию. Смешивание порошков.
10. Прессование металлических порошков.
11. Изостатическое формование: сущность, преимущества и недостатки.
12. Технология гидростатического формования: сущность, преимущества и недостатки.
13. Газостатическое формование: сущность, преимущества и недостатки.
14. Метод формования в толстостенных эластичных оболочках.
15. Технологические процессы мундштучного, шликерного и инжекционного формования.
16. Вибрационное формование: сущность метода и классификация
17. Прокатка металлических порошков.
18. Динамические методы формования металлических порошков.
19. Спекание металлических порошков.
20. Спекание однокомпонентных систем. Стадии спекания.
21. Движущие силы спекания однокомпонентных систем. Механизмы массопереноса.
22. Рекристаллизация при спекании.
23. Уплотнение при спекании.

24. Влияние технологических факторов на процесс спекания. Активированное спекание.

25. Спекание систем с неограниченной и ограниченной растворимостью компонентов.

26. Спекание систем с невзаимодействующими компонентами.

27. Закономерности спекания многокомпонентных систем с образованием жидкой фазы (жидкофазное спекание).

28. Инфильтрация: физико-химические основы и закономерности.

29.Атмосферы спекания и защитные засыпки.

30.Брак при спекании и меры по его предупреждению.

Перечень вопросов на экзамен (УК-1, УК-6)

по дисциплине*«Порошковые технологии»*
(наименование дисциплины)

1. Понятия о «металлическом порошке», «прессуемости и формуемости металлического порошка».

2. Понятие о «спекании металлического порошка», «конструкционном порошковом материале», «композиционном порошковом материале».

3. Свойства порошков и методы их определения.

4. Химические, физические и технологические свойства порошков.

5. Форма, размер частиц и методы их определения.

6. Методы анализа дисперсности порошка.

7. Удельная поверхность, пикнометрическая плотность и микротвердость частиц.

8. ГОСТы и ТУ на металлические порошки.

9. Техника безопасности при работе с порошками.

10. Методы измельчения твердых материалов: обработка резанием.

11. Методы измельчения твердых материалов: размол в шаровых вращающихся мельницах.

12. Методы измельчения твердых материалов:ультразвуковое диспергирование.

13.Методы измельчения твердых материалов: размол в вихревых и струйных мельницах.

14. Методы измельчения твердых материалов: размол в молотковых мельницах.

15. Методы измельчения твердых материалов: измельчение в щековых, валковых и конусных дробилках.

16. Методы измельчения твердых материалов: измельчение ультразвуком.

17.Виды диспергирования расплавов: центробежное и ультразвуковое распыление.

18. Технология распыления порошков различных металлов.

19. Классификация методов восстановления железа: физико-химические, механические.

20. Термодинамика и кинетика процессов восстановления.
21. Восстановители, их свойства и методы получения.
22. Физико-химические основы выделения порошков металлов.
23. Технология получения порошков меди, никеля и других металлов электролизом водных растворов.
24. Технология получения порошков тантала, титана и других металлов электролизом расплавов.
25. Производство порошков термической диссоциацией химических соединений.
26.Физико-химические основы карбонильного метода.
27. Технология карбонильных порошков железа и никеля.
28.Межкристаллитная коррозия.
29. Возгонка и конденсацияразличных металлов и сплавов.
30. Термодиффузионное насыщение.
31. Методы формования металлических порошков.
32. Классификация методов формования.
33.Подготовительные операции порошков к формованию.
34. Смешивание порошков.
35. Прессование металлических порошков.
36. Технология, достоинства и недостатки прессования.
37. Физические основы прессования металлических порошков.
38. Прочность прессовок.
39. Использование смазок при прессовании: инертные и активные.
40. Практика прессования и брак при прессовании.
41. Нагружающие устройства – прессы.
42. Статические методы формования металлических порошков.
43. Изостатическое формование: сущность, преимущества и недостатки.
44. Технология гидростатического формования.
45. Газостатическое формование: сущность, преимущества и недостатки.
46. Метод формования в толстостенных эластичных оболочках.
47. Технологические процессы мундштучного формования.
48.Технологические процессы шликерногоформования.
49.Технологические процессы инжекционного формования.
50. Вибрационное формование: сущность метода и классификация.
51. Прокатка металлических порошков.
52. Геометрические и технологические параметры прокатки.
53. Три основных периода прокатки.
54. Схемы прокатки: вертикальная, горизонтальная и наклонная.
55.Динамические методы формования металлических порошков.
56. Технологии взрывного формования.
57.Технология электрогидравлического формования.
58. Технология электромагнитного формования.
59. Технология пневмомеханического формования.
60. Оценка результатов динамического формования.

61. Спекание металлических порошков.
62. Классификация методов спекания.
63. Твердофазное спекание.
64. Горячее прессование.
65. Жидкофазное спекание.
66.Спекание однокомпонентных систем.
67. Термодинамические предпосылки спекания однокомпонентных систем.
68. Стадии спекания.
67. Движущие силы спекания однокомпонентных систем.
68. Механизмы массопереноса при спекании.
69. Ползучесть кристаллических тел.
70. Рекристаллизация при спекании.
71. Уплотнение при спекании.
72. Анизотропия усадки.
73. Зональное обособление.
74. Влияние технологических факторов на процесс спекания.
75. Активированное спекание.
76. Спекание многокомпонентных систем.
77. Общие закономерности спекания.
78. Спекание систем с неограниченной растворимостью компонентов.
79. Спекание систем с ограниченной растворимостью компонентов.
80. Спекание систем с невзаимодействующими компонентами.
81.Закономерности спекания многокомпонентных систем с образованием жидкой фазы (жидкофазное спекание).
82. Инфильтрация: физико-химические основы и закономерности.
83. Практика спекания.
84. Атмосферы спекания и защитные засыпки.
85. Брак при спекании и меры по его предупреждению.

Темы коллоквиумов (УК-6, ПК-1, ПК-2)

по дисциплине*«Порошковые технологии»*
(наименование дисциплины)

1. Химические, физические и технологические свойства порошкови методы их определения.
2. Методы измельчения твердых материалов.
3. Технология распыления порошков различных металлов.
4.Восстановление химических соединений.
5.Прокатка металлических порошков.
6.Спекание металлических порошков.
7. Спекание однокомпонентных систем. Стадии спекания.

8. Влияние технологических факторов на процесс спекания. Активированное спекание.

9. Закономерности спекания многокомпонентных систем с образованием жидкой фазы (жидкофазное спекание).

10.Брак при спекании и меры по его предупреждению.

Перечень лабораторных работ (ПК-1, ПК-2)

№ п/п	Наименование	Оснащение	Кол-во часов
1	Маркировка порошков по ГОСТ. Классификация и маркировка порошковых сталей и твердых сплавов	Ноутбук, проектор	4
2	Технология измельчения порошков в шаровых мельницах	Ноутбук, проектор	4
3	Технология химического восстановления для получения порошков	Ноутбук, проектор	6
4	Физические свойства порошков	Ноутбук, проектор, металлографический микроскоп	4
5	Технологические свойства порошков	Весы, металлическая линейка, штангенциркуль, установка согласно ГОСТ 27801-93 «Глинозем. Метод определения насыпной плотности»; ГОСТ 27802-93 «Глинозем. Метод определения угла естественного откоса»; ГОСТ 25279-93 (ИСО 3953-85) «Порошки металлические. Определение плотности после утряски».	8
6	Технология мундштучного формования порошков	Ноутбук, проектор	4
7	Влияние технологических факторов на процесс спекания	Ноутбук, проектор	6

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература:

1. Волкогон Г.М., Еремееева Ж.В., Ледовской Д.А.Современные процессы порошковой металлургии. – М.: Инфра-Инженерия, 2020– 208 с.

б) дополнительная литература:

2. Нарва В.К. Технология и свойства порошковых материалов и изделий из них: Конструкционные материалы: Курс лекций. – М.: МИСИС, 2010. – 124 с.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Номер аудитории	Оборудование
1313	Проектор + ноутбук Микроскоп МИМ-7 (9 шт.)
1303	Весы, металлическая линейка, штангенциркуль, установка согласно ГОСТ 27801-93 «Глинозем. Метод определения насыпной плотности»; ГОСТ 27802-93 «Глинозем. Метод определения угла естественного откоса»; ГОСТ 25279-93 (ИСО 3953-85) «Порошки металлические. Определение плотности после утряски», прибор реометр Revolution, мерная колба (объемом 250 мл)

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия преподавателей. Самостоятельная работа сопровождается эффективным контролем и оценкой ее результатов. Предметно и содержательно самостоятельная работа определяется государственным образовательным стандартом, действующим учебным планом, рабочей программой дисциплины, средствами обеспечения самостоятельной работы. Самостоятельная работа – это важнейшая часть любого образования. Обязанность преподавателя – научить студента самостоятельно трудиться, самостоятельно пополнять запас знаний.

Для успешной самостоятельной работы студент должен планировать свое время и за основу рекомендуется брать рабочую программу учебной дисциплины.

После прослушивания лекции необходимо проработать и осмыслить полученный материал. Умение слушать, творчески воспринимать излагаемый материал – это необходимое условие для его понимания. Внимательное слушание требует умственного напряжения, волевых усилий. В процессе лекционного занятия необходимо выделять важные моменты, выводы,

анализировать основные положения. Если при изложении материала преподавателем создана проблемная ситуация, пытаться предугадать дальнейший ход рассуждений. Это способствует лучшему усвоению материала лекции и облегчает запоминание отдельных выводов. Для более прочного усвоения знаний лекцию необходимо конспектировать. Конспект лекций должен быть в отдельной тетради. Не надо стремиться подробно слово в слово записывать всю лекцию. Конспектируйте только самое важное в рассматриваемом параграфе: формулировки определений и законов, выводы основных уравнений и формул, то, что старается выделить лектор, на чем акцентирует внимание студентов. Старайтесь отфильтровывать и сжимать подаваемый материал. Более подробно записывайте основную информацию и кратко – дополнительную. Не нужно просить лектора несколько раз повторять одну и ту же фразу для того, чтобы успеть записать. По возможности записи ведите своими словами, своими формулировками.

Лекция не должна превращаться в своеобразный урок-диктант. Поскольку в этом случае вы не учитесь мыслить и анализировать услышанное и лекция превращается в механический процесс.

Тетрадь для конспекта лекций также требует особого внимания. Ее нужно сделать удобной, практичной и полезной, ведь именно она является основным информативным источником при подготовке к различным отчетным занятиям, зачетам, экзаменам. Целесообразно отделить поля, где можно бы изложить свои мысли, вопросы, появившиеся в ходе лекции. Полезно одну из страниц оставлять свободной. Она потребуется потом, при самостоятельной подготовке. Сюда можно будет занести дополнительную информацию по данной теме, полученную из других источников: чертежи и рисунки, схемы и графики, цитаты и биографии выдающихся ученых и т.д.
Таким образом, на лекции студент должен совместить два момента: внимательно слушать лектора, прикладывая максимум усилий для понимания излагаемого материала и одновременно вести его осмысленную запись.

Главные задачи лабораторных работ таковы: 1) экспериментальная проверка основных положений; 2) освоение методики измерений и приобретение навыков проведения эксперимента; 3) изучение принципов работы приборов; 4) приобретения умения обработки результатов эксперимента.

Студент должен понимать, что методическое описание – это только основа для выполнения работы, что навыки экспериментирования зависят не от качества описания, а от отношения студента к работе и что формально, бездумно проделанные измерения – это потраченное впустую время.

Если в лабораторной работе исследуется зависимость одной величины от другой, эту зависимость следует представить графически. Число точек на различных участках кривой и масштабы выбираются с таким расчетом, чтобы наглядно были видны места изгибов, экстремумов и скачков. Вычисление искомой величины содержит и расчет погрешностей измерения.

Выполнение каждой из запланированных работ заканчивается написанием вывода.

Экзамен – форма итоговой проверки и оценки полноты и прочности знаний студентов, а также сформированности умений и навыков; проводится в виде собеседования по важнейшим вопросам каждого раздела изученного курса или по курсу в целом в индивидуальном порядке. Основная цель подготовки к экзамену — достичь понимания законов и явлений, а не только механически заучить материал. Но все же довольно много вещей придется просто выучить. При этом следует учитывать ваши индивидуальные особенности. К примеру, если у вас зрительный тип памяти, тогда следует уделить особое внимание внешней форме вашего краткого конспекта — недопустим небрежный, неразборчивый, мелкий почерк. Важные понятия должны быть выделены из текста, чтобы «бросаться в глаза» сразу. Конечно, аккуратный конспект потребует несколько большего времени, но в итоге время на заучивание сократится, и вы эффективнее подготовитесь к экзамену или зачету. Если у вас слуховой тип памяти, следует проговаривать наиболее важную часть материала, возможно даже использовать магнитофон для подготовки. Если же преобладающим у вас является моторный тип памяти, то конспект нужно переписать несколько раз, причем каждый раз надо вычеркивать то, что вы уже выучили достаточно хорошо, оставляя для переписывания только самое необходимое для запоминания.

9. Методические рекомендации для преподавателя

Методические указания по чтению лекций.

Наименование тем лекций и их содержание приведено в разделе 4 рабочей программы по курсу. В приложении указано распределение времени по темам курса.

В начале лекции называется: тема лекции, основные вопросы, выносимые на лекцию, а также указывается литература, где изложен материал лекции. После каждого раздела делаются обобщающие выводы и даются указания по самостоятельной работе над материалом лекции.

В условиях информатизации всех сфер деятельности человека чтение лекций у доски с мелом становится не эффективным. Предлагается использовать в помощь лектору, созданные средствами MicrosoftOfficePowerPoint. Демонстрация слайдов должна сопровождаться отступлениями от режима демонстрации и пояснениями лектора. Значительную часть слайдов должны занимать иллюстрации. В процессе изложения материала такой лекции необходимо акцентировать внимание слушателей на ключевых понятиях ее темы.

Если требуется к ним возвращаться, то для этого целесообразно прокручивать материал (слайды) назад. При этом следует активизировать внимание студентов вопросами, которые, как правило, касаются весьма

простых, но ключевых понятий. Одновременно следует давать студентам время для пометок и записей в своих конспектах.

Изложенный вариант даёт более высокий эффект, если во время лекции на руках у студентов будет раздаточный материал (тезисы или полный конспект лекций, слайды презентации).

Практические занятия предусматривают изучение нового и закрепление проработанного на лекциях теоретического материала. После того, как студенты разберут теоретический материал по данной работе, им предлагается выполнить задание или презентацию по пройденной теме. Часть заданий может выполняться студентами в качестве самостоятельной подготовки к занятиям. Темы практических работ студентам известны заранее, поэтому к каждому занятию студенты приходят подготовленными. Задания по практическим работам рекомендуется выполнять с использованием программного обеспечения, имеющегося на кафедре.

Приложение 2

Структура и содержание дисциплины «Порошковые технологии» по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» (бакалавр)

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
	Третий семестр														
1.1	**Введение.** Предмет, задачи и содержание дисциплины. Современное состояние и перспективы развития порошковой металлургии. Структура курса, его место и роль в подготовке специалиста, связь с другими дисциплинами. **Выдача задания на реферат**	3	**1**	1											
	Семинарское занятие по теме «Маркировка порошков по ГОСТ. Классификация и маркировка порошковых сталей и твердых сплавов»	3			2		4					+			
	Лабораторная работа «Маркировка порошков по ГОСТ. Классификация и маркировка порошковых сталей и твердых сплавов»	3				4									

1.2	**Технологии получения порошков механическими методами.**Измельчение твердых материалов. Диспергирование металлических расплавов.	3	**2-3**	2											
	Семинарское занятие по теме «Технология измельчения порошков в шаровых мельницах»	3			2		4					+			
	Лабораторная работа «Технология измельчения порошков в шаровых мельницах»	3				4									
1.3	**Технологии получения порошков физико-химическими методами.** Восстановление.Производство порошков электролизом. Физико-химические основы выделения порошков металлов. Производство порошков термической диссоциацией химических соединений и другими методами. Физико-химические основы карбонильного метода. Межкристаллитная коррозия. Термодиффузионное насыщение	3	**4-5**	2											
	Семинарское занятие по теме «Технология химического восстановления для получения порошков»	3			4		8					+			
	Лабораторная работа «Технология химического восстановления для получения порошков»	3				6									

1.4	**Свойства порошков и методы их определения.** *Химические, физические и технологические свойства порошков. Форма, размер частиц и методы их определения. Методы анализа дисперсности порошка. Удельная поверхность, пикнометрическая плотность и микротвердость частиц.*	3	**6-7**	2											
	Семинарское занятие по теме «Физические свойства порошков»	3			2		4					+			
	Лабораторная работа «Физические свойства порошков»	3				4									
	Семинарское занятие по теме «Технологические свойства порошков»	3			4		8					+			
	Лабораторная работа «Технологические свойства порошков»	3				8									
1.5	**Технологические процессы подготовки порошков к формованию** *Смешивание порошков. Классификация (рассев). Отжиг порошков.*	3	**8**	1											
1.6	**Статические методы формования порошков.** *Изостатическое формование.Технология гидростатического формования. Газостатическое формование*	3	**9-10**	2											

	Метод формования в толстостенных эластичных оболочках. Технологические процессы мундштучного, шликерного и инжекционного формования. Вибрационное формование. Прокатка металлических порошков.														
1.7	**Динамические методы формования порошков.** *Преимущества и недостатки. Технологии взрывного, электрогидравлического, электромагнитного и пневмомеханического формования. Оценка результатов динамического формования. Сдача рефератов*	3	**11-12**	2											
	Семинарское занятие по теме «Расчет параметров мундштучного формования порошков»	3			2		4					+			
	Лабораторная работа «Расчет параметров мундштучного формования порошков»					4									
1.8	**Технология твердофазного спекания порошков** *Классификация методов спекания: твердофазное, горячее прессование, жидкофазное спекание.*	3	**13-14**	2											

	Спекание однокомпонентных систем.Стадии спекания. Движущие силы спекания однокомпонентных систем. Механизмы массопереноса. Рекристаллизация при спекании. Активированное спекание. *Спекание многокомпонентных систем. Общие закономерности спекания.*														
	Технология жидкофазного спекания порошков. *Стадии жидкофазного спекания. Усадка при спекании. Брак при спекании*		**15-16**	2											
	Семинарское занятие по теме «Влияние технологических факторов на процесс спекания»				2		4					+			
	Лабораторная работа «Влияние технологических факторов на процесс спекания»					6									
1.9	**Технологии обработки изделий из порошковых материалов.** *Термическая обработка. Химико-термическая обработка. Дисперсионно-упрочняющая термическая обработка. Защита от коррозии. Механическая обработка.*	3	**17-18**	2											
	Всего часов по дисциплине			**18**	**18**	**36**	**36**					**1 реферат**		**Э**	