Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 22.09.2023 14:06:53
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
Московский политехнический университет

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения
_____ / Е.В. Сафонов /
«13» сентября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«ПОРОШКОВАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ»

Направление подготовки
22.03.02 «Металлургия»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очно-заочная

Москва 2022

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению подготовки **22.03.02 «Металлургия»**, профиль подготовки «Инновации в металлургии»

Программа дисциплины «Порошковая металлургия» согласована и утверждена на заседании кафедры «Металлургия»

« 31 » августа 2022 г., протокол № 11-08

Заведующий кафедрой _____ /Шульгин А.В. /

Программа согласована с руководителем образовательной программы по направлению подготовки **22.302 «Металлургия»**

_____ / Хламкова С.С. /

« 31 » 08 2022 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета машиностроения

« 13 » 09 2022 г., протокол № 14-22

Председатель комиссии _____ /А.Н. Васильев/

Присвоен регистрационный номер:	22.03.02.02/36.2022

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины студентами является приобретение глубоких знаний и практических навыков в области порошковой металлургии.

Задачи:

- теоретическое изучение связи свойств порошковых материалов с их химическим составом и структурой;
- знакомство с различными металлическими и неметаллическими порошками, их химическими, физическими, технологическими свойствами и методами их оценки;
- изучение теоретических основ и технологий получения порошков различными способами,
- развитие способности у студента оценивать достоинства, недостатки и основные области применения способов получения порошков;
- формирование представления о связи способа и технологии получения порошка с его свойствами, поведением при прессовании и спекании, качеством спеченных изделий;
- освоение классификации и маркировки порошков, основных областей и перспектив их применения.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Порошковая металлургия» относится к числу профессиональных учебных дисциплин вариативной части Блока 1(Б1) основной образовательной программы бакалавриата.

«Порошковая металлургия» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В базовой части:

- химия;
- физика;
- теплофизика;
- физическая химия;
- материаловедение.

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

Результатом освоения дисциплины «Порошковая металлургия» является формирование у студентов представлений о механизмах и закономерностях создания порошковых материалов, получение комплекса знаний о связи

технологических параметров со структурой и свойствами материалов, освоение инженерных навыков построения технологических процессов получения порошковых материалов, современных методов контроля за технологическим процессом и качеством изделий.

Изучение дисциплины «Порошковая металлургия» направлено на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ООП по направлению подготовки 22.03.02 Технологии материалов:

Общепрофессиональных компетенций:

проектно-конструкторская деятельность:

- способность и готовностью выполнять нормативные требования, обеспечивающие безопасность производственной и эксплуатационной деятельности (ОПК-1).

Профессиональных компетенций:

- способность применять полученные знания для решения нечетко определенных инженерных задач, стоящих перед производством в области металлургии черных, цветных и редких металлов, использовать инновационные технологии инженерного труда, разрабатывать и реализовывать прогрессивные технологические процессы (ПК-2);
- способность выбирать и обосновывать эффективные методы организации металлургических процессов производства, методы моделирования физических, химических и технологических процессов; оценивать полученные теоретические и экспериментальные данные и делать выводы, решать изобретательские задачи на основе международного права и защиты интеллектуальной собственности (ПК- 2).

Профиль - Порошковая металлургия:

- способность применять полученные знания для решения нечетко определенных инженерных задач, стоящих перед производством при разработке, изготовлении, применении и тестировании изделий из порошковых материалов, использовать творческий подход для разработки оригинальных идей и методов (ОПК-1, ПК-2);
- способность решать изобретательские задачи в области порошковой металлургии и композиционных материалов на основе международного права и защиты интеллектуальной собственности (ОПК-1, ПК- 2).

Студент, изучивший дисциплину «Порошковая металлургия» должен

знать:

- основы создания и получения новых материалов и покрытий с заданными свойствами;
- процессы производства порошковых материалов;
- методы и приборы для контроля свойств порошков;
- процессы подготовки порошков;
- процессы формования изделий из порошков;
- спекание;
- порошковые материалы;
- современные достижения в материаловедении;

уметь:

- правильно выбрать конкретный материал для деталей, работающих в заданных условиях;
- решать теоретические и прикладные проблемы процессов получения и применения порошковых;
- определять, систематизировать и получать необходимые данные в сфере своей деятельности с использованием новейших методов исследования и фундаментальных знаний.

владеть:

- знаниями в разработке новых, оригинальных и высокоэффективных технологий получения современных порошковых материалов.

4. Объём дисциплины и виды учебной работы

Виды учебной работы	**Объём**		
	в З.Е.	**в ак. ч**	**в ак. ч**
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	**5**	**180**	**180**
Аудиторные занятия:			**36**
Лекции			18
Практические занятия			18
Самостоятельная работа			**144**
Вид контроля: экзамен			7 семестр

5. Структура и содержание учебной дисциплины

a) Разделы дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Раздел дисциплины	лекции, час	практич. занятия, час
	Раздел 1. Физические и физико-химические основы и технологические процессы производства порошков, спеченных материалов и изделий.	4	
1	Тема 1. Процессы производства. Методы и приборы для контроля свойств порошков.	3	5
2	Тема 2. Процессы формования изделий из порошков.	1	3
3	Тема 3. Спекание.	1	2
4	*Раздел 2. Порошковые материалы*	9	8
	ИТОГО:	**18**	**18**

b) Содержание разделов и тем:

1. Физические и физико-химические основы и технологические процессы производства порошков, спеченных материалов и изделий.

1.1. Процессы производства. Методы и приборы для контроля свойств порошков.

Механические методы производства порошков, получение порошков распылением жидких металлов, сплавов и соединений.

Физико-химические способы производства порошков: производство порошков восстановлением водородом, углеродом, металлами, получение порошков железа, кобальта, тугоплавких металлов и их сплавов и соединений восстановлением углеродом, водородом, металлами, получение легированных порошков совместным восстановлением из смесей окислов, плазменные процессы восстановления порошков.

Электрохимические процессы получения порошков, технология производства электрохимических порошков из водных растворов (порошки железа, никеля, меди, кобальта, хрома, марганца) и расплавленных сред (порошки титана, ниобия, тантала, бериллия, молибдена, вольфрама, циркония).

Процессы термической диссоциации летучих соединений. Технология изготовления порошков железа и никеля разложением карбонилов, получение ультрадисперсных порошков металлов, тугоплавких соединений.

Самораспространяющийся высокотемпературный синтез. Физико-химические основы. Получение порошков тугоплавких соединений (карбидов, боридов, нитридов, силицидов, гидридов).

Физические основы и способы получения аморфных и мелкокристаллических порошков.

Состав, структура и основные свойства порошков (физические и технологические), методы исследования и контроля.

1.2. Процессы подготовки порошков

Отжиг, гомогенизация, довосстановление. Физико-химическая сущность и практика использования. Классификация и разделение порошков на фракции по размерам частиц, составление смесей. Ведение смазывающих, пластифицирующих веществ для улучшения условий формования. Грануляция и распылительная сушка. Технологические присадки для регулирования процесса спекания и достижения желательной структуры изделий. Влияние процессов подготовки и смешивания порошков на свойства смесей и спеченных изделий. Контроль качества смешивания. Оборудование.

1.3. Процессы формования изделий из порошков

Классификация методов формования. Общая характеристика процессов уплотнения порошков, деформационный механизм уплотнения порошковых тел. Уравнения прессования, зависимость плотности брикета от давления прессования, распределение напряжений и плотности при прессовании изделий сложной формы.

Технология холодного прессования в закрытых пресс-формах, изостатическое прессование, непрерывное формование, технология мундштучного прессования, импульсное прессование.

Основные характеристики динамического (ударного) холодного и горячего прессования. Различные виды взрывного, электрогидравлического, электро- магнитного и пневматического прессования.

Инжекционное формование, шликерное формование, особенности формования металлических волокон, прочность изделий из металлических волокон. Приборы и методы контроля.

1.4. Спекание

Дефекты кристаллической решетки, диффузия, ползучесть и рекристаллизация в металлах и сплавах. Движущие силы процесса спекания. Поверхностное натяжение как движущая сила спекания. Капиллярное давление. Изменение свободной поверхности и усадка при спекании.

Механизмы процессов спекания однокомпонентных систем. Основные стадии процесса спекания. Закономерности и кинетика спекания многокомпонентных систем без образования жидкой фазы. Особенности усадки при спекании систем с образованием твердых растворов и интерметаллических соединений с учетом влияния гетеродиффузии.

Закономерности и кинетика спекания систем в присутствии жидкой фазы.

Механизм спекания, поверхностное натяжение на границе твердого и расплавленного металлов, перекристаллизация через жидкую фазу.

Влияние дисперсности, структуры и состояния исходных порошков на уплотнение и формирование свойств для разных типов процессов спекания с образованием жидкой фазы.

Активированное спекание. Виды, особенности и физико-химические явления, лежащие в основе процесса.

Горячее изостатическое прессование.

2. Порошковые материалы

Пористые материалы: подшипники, металлические фильтры, уплотнительные материалы, электроды и пластины аккумуляторов.

Беспористые и малопористые антифрикционные материалы, фрикционные материалы.

Электрические и магнитные материалы, конструкционные порошковые материалы, износостойкие материалы.

Тугоплавкие металлы: вольфрам, молибден, рений, сплавы вольфрама и молибдена с рением, тантал, ниобий, титан, цирконий Тугоплавкие и твердые бескислородные соединения.

Общая характеристика нитридов, карбидов, боридов, силицидов, гидридов, халькогенидов. Кристаллическая и электронная структура, природа межатомных связей, физико-химические свойства тугоплавких соединений.

Материалы на основе тугоплавких соединений.

Физикохимия керметов. Термодинамическая совместимость фаз. Кристаллическая структура, электронная структура и природа межатомных связей в тугоплавких и твердых бескислородных соединениях. Термомеханическая совместимость фаз в керметах.

Огнеупорные материалы.

Оксидные огнеупоры. Огнеупоры из тугоплавких соединений. Типовая

технологическая схема производства огнеупоров. Карборундовые огнеупоры. Керамические порошковые материалы, их свойства и область применения.

Инструментальные материалы.

Твердые сплавы, безвольфрамовые твердые сплавы, минералокерамические твердые сплавы.

Углеродграфитные материалы и графит.

Технология производства искусственного графита. Графитопластовые материалы. Силицированный графит. Области применения.

Материалы электронной техники и электротехники, материалы ядерной энергетики, материалы ракетной техники и преобразователей энергии.

6. Образовательные технологии

Технология процесса обучения по дисциплине «Порошковая металлургия» включает в себя следующие образовательные мероприятия:

а) аудиторные занятия;
б) самостоятельная работа студентов;
г) контрольные мероприятия в процессе обучения и по его окончанию;
д) экзамен - 7 семестр.

В учебном процессе используются как активные, так и интерактивные формы проведения занятий: дискуссия, метод поиска быстрых решений в группе, мозговой штурм.

Аудиторные занятия проводятся в интерактивной форме с использованием мультимедийного обеспечения (ноутбук, проектор) и технологии проблемного обучения. Презентации позволяют качественно иллюстрировать практические занятия схемами, формулами, чертежами, рисунками. Кроме того, презентации позволяют четко структурировать материал занятия. Электронная презентация позволяет отобразить процессы в динамике, что позволяет улучшить восприятие материала.

Самостоятельная работа организована в соответствие с технологией проблемного обучения и предполагает следующие формы активности:

- самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;
- поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей.

Основные аспекты применяемой технологии проблемного обучения:

- постановка проблемных задач отвечает целям освоения дисциплины «Порошковая металлургия» и формирует необходимые компетенции;
- решаемые проблемные задачи стимулируют познавательную деятельность и научно-исследовательскую активность студентов.

7. Оценочные средства для текущего контроля и промежуточной аттестации

Цель контроля - получение информации о результатах обучения и степени

их соответствия результатам обучения.

Текущий контроль.

Текущий контроль успеваемости, т.е. проверка усвоения учебного материала, регулярно осуществляемая на протяжении семестра. Текущий контроль знаний учащихся организован как письменный или устный опрос. Текущая самостоятельная работа студента направлена на углубление и закрепление знаний, и развитие практических умений студента.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации является выполнение студентом всех предусмотренных форм текущего контроля.

Шкала оценивания	**Описание**
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все **обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации**, предусмотренные программой дисциплины. Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: Основных принципов и функций, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.
Удовлетворительно	Выполнены все **обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации**, предусмотренные программой дисциплины. Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: Основных принципов и функций маркетинга. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые

	ситуации.
Неудовлетворительно	Не выполнены **обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации**, предусмотренные программой дисциплины, ИЛИ Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, 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.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

8.1. Основная литература

1. Герман Рендалл М. Порошковая металлургия от А до Я: [учебное пособие]: пер. с англ. / Р. М. Герман - М. : Интеллект, 2009 - 336 с. : ил.
2. Либенсон Герман Абрамович Процессы порошковой металлургии: Учебник: В 2 т. / Г. А. Либенсон, В. Ю. Лопатин, Г. В. Комарницкий - М.:МИСиС, 2001-202 с. : ил.
3. Егоров Ю.П Материаловедение: Учебное пособие /Егоров Ю.П., Лозинский Ю.М., Роот Р.В., Хворова И.А.– Томск, Изд-во ТПУ, 2008. -188 с.
4. Ливанов Дмитрий Викторович, Физика металлов: учебник для вузов / Д. В. Ливанов. — М.: Изд-во МИСИС, 2006. — 280 с.
5. Горелик С. С. Рекристаллизация металлов и сплавов / С. С. Горелик, С. В. Добаткин, Л. М. Капуткина. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Изд-во МИСИС, 2005. — 432 с.

8.2. Дополнительная литература

1. Бальшин Михаил Юльевич Основы порошковой металлургии / М. Ю. Бальшин, С. С. Кипарисов - М. : Мир, 1980 - 248 с. : ил.
2. Спеченные материалы из алюминиевых порошков / В. Г. Гопиенко, М. Е. Смагоринский, А. А. Григорьев, А. Д. Беллавин; Под ред. М. Е. Смагоринского - М. : Металлургия, 1993 - 317 с. : ил.
3. Анциферов, Владимир Никитович Спеченные сплавы на основе титана / В. Н. Анциферов, В. С. Устинов, Ю. Г. Олесов - М. : Металлургия, 1984 - 168 с. : ил.
4. Панов, Владимир Сергеевич Технология и свойства спеченных твердых сплавов и изделий из них: учебное пособие для вузов / В. С. Панов, А. М. Чувилин, В. А. Фальковский - 2-е изд., перераб. и доп. - М. :МИСиС, 2004 - 463 с. : ил.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория и лаборатории кафедры «Металлургия» ав1204, ав1205, ав1206,

ав1206а оснащены стендами и наглядными пособиями, лабораторной и экспериментальной оснасткой, контрольно-измерительными приборами, компьютерной и проекторной техникой, современным программным обеспечением. Их применение позволяет вести полноценный учебный процесс, проводить лабораторные и практические занятия, а также заниматься с участием студентов компьютерным моделированием процессов и объектов в порошковой металлургии, прививая обучающимся навыки к самостоятельной научно-исследовательской деятельности.

Лекционные занятия проводятся с использованием мультимедийной техники, для чего используется портативный компьютер и мультимедиа-проектор. Иллюстративный материал готовится с использованием программ PowerPoint и отображается в процессе чтения лекций.

10. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Для максимальной индивидуализации деятельности студента, Учебным планом предусматривается время для самостоятельной работы.

Среди основных видов самостоятельной работы традиционно выделяют: творческую деятельность студента в аудитории, при внеаудиторных контактах с преподавателем на консультациях и домашней подготовке к лекциям, семинарским и практическим занятиям, зачетам и экзаменам, презентациям и докладам; написание рефератов, выполнение лабораторных и контрольных работ; участие в научной работе и пр.

Цель самостоятельной работы студента – осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою профессиональную квалификацию.

Планирование времени на самостоятельную работу студентам лучше осуществлять на весь семестр и предусматривать регулярное повторение пройденного учебного материала.

Для более углубленного изучения рекомендуется использовать издания, указанные в списке дополнительной литературы.

Для расширения знаний следует использовать также сведения, полученные из Интернет-источников на соответствующих сайтах, а также проводить поиск в различных системах, таких как Yandex, Rambler, и пользоваться специализированными сайтами, такими как www.anticor.ru, http://www.naukaran.ru, http://www.maik.ru и другими, рекомендованными преподавателем на лекционных занятиях.

11. Методические рекомендации для преподавателя

При организации учебных занятий (лекций, семинаров, практических

занятий, лабораторных, самостоятельных и выпускных работ, а также курсового проектирования) следует использовать элементы интерактивного обучения на всех этапах для вовлечения студентов в процесс познания. Для этого целесообразно использовать следующие формы:

– диалоговое обучение, в ходе которого осуществляется взаимодействие преподавателя и студента;

– моделирование, то есть воспроизведение в условиях обучения по данной дисциплине процессов, происходящих в реальности;

– компьютеризация обучения для интенсификации и расширения возможностей образовательного процесса;

– использование средств наглядности: стенды с комплектом учебно-методической литературы, плакаты по темам, натурные образцы, мультимедийные системы, картотеку учебных видео слайдов и видеофильмов и др.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки бакалавров **22.03.02 Металлургия**.

Аннотация программы дисциплины
«Порошковая металлургия»

1. Цели и задачи дисциплины

Целями дисциплины является:

– изучение студентами технологий получения порошковых материалов различного химического состава – методы получения металлических и неметаллических порошков, теоретические и практические основы процессов формования и спекания порошковых тел, методики определения свойств порошков и изделий на их основе, принципы управления качеством получаемой продукции;

– подготовка студентов к производственной, проектно-конструкторской и исследовательской деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению.

Порошковая металлургия является одним из основных направлений развития современного производства. Использование принципов порошковой металлургии позволяет значительно уменьшить энергетические затраты и расход материалов, способствует снижению загрязнения окружающей среды газами, вредными выбросами и шлаками, т.е. обеспечивает большую экологическую чистоту производства.

Задачи дисциплины:

– расширение научного кругозора в области технологических наук, на базе которых будущий специалист сможет самостоятельно овладевать всем новым, с чем ему придется столкнуться в профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина относится к вариативной части цикла Б.1.2.

Ее изучение базируется на следующих дисциплинах: «Химия»; «Физика»; «Материаловедение»; «Металлургические технологии».

Дисциплина обеспечивает изучение дисциплин: «Специальные стали и сплавы»; «Основы технологических процессов ОМД»; «Технология получения продукции из разнородных металлов и порошков».

Знания и практические навыки, полученные из курса «Порошковая металлургия», используются при изучении естественно-научных дисциплин, а также при разработке курсовых и выпускных квалификационных работ.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

В результате изучения дисциплины «Порошковая металлургия» студенты должны:

знать:

– экономически и технологически обоснованные схемы получения порошков металлов, тугоплавких соединений, волокон; режимы (температура,

восстановитель, давление, время спекания и пр.) получения порошков и изделий на их основе; основные методы формования изделий из порошков;

уметь:

– определять физические и технологические свойства получаемых порошков, структурные параметры изделий на их основе; выбирать режимы (температура, среда, время выдержки, скорость подъема температуры и пр.) спекания порошковых формовок;

владеть:

– основными мероприятиями защиты обслуживающего персонала и окружающей среды от техногенных воздействий производств порошковой металлургии; методами, физико-химических и технологических аспектов процессов получения порошков металлов и неметаллов.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		7
Общая трудоемкость	**180 (5 з.е.)**	**180 (5 з.е.)**
Аудиторные занятия (всего)	**36**	**36**
В том числе		
лекции	**18**	**18**
Практические занятия	**18**	**18**
Лабораторные занятия	**нет**	**нет**
Самостоятельная работа	**144**	**144**
Курсовая работа	**нет**	**нет**
Курсовой проект	**нет**	**нет**
Вид промежуточной аттестации		**Экзамен**