

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ФАКУЛЬТЕТ МАШИНОСТРОЕНИЯ И ТРАНСПОРТА



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

Козлов Г.В.

« 3 » 10 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.2.18.2 Технология получения порошковых материалов

Направление подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Профиль подготовки «Материаловедение и технологии новых материалов»

Квалификация (степень) выпускника – бакалавр

Форма обучения очная

Пенза, 2016

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в системе подготовки бакалавров, требования к уровню освоения содержания дисциплины.

1.1. Цели и задачи изучения дисциплины Б 1.2.22.2 «Технология получения порошковых материалов»

Цель изучения дисциплины - формирование комплекса базовых знаний и умений, позволяющих ориентироваться в технологии получения металлических и керамических порошков, порошков тугоплавких соединений, свойствами порошков и методами их определения, методами процессов формования и спекания порошковых материалов, свойствами порошковых конструкционных и функциональных материалов и изделий, а также технологических процессах получения порошковых материалов и изделий из них.

Задачи дисциплины состоят в ориентировании учащихся на использование конкретных практических приемов получения порошковых материалов, в т.ч. – в научно-исследовательской деятельности:

- изучение теоретических положений процессов и технологии получения порошковых материалов;
- формирование умения разрабатывать технологические процессы получения порошковых материалов;
- владеть методами формования и спекания порошковых материалов;
- формирование практических навыков работы на основном технологическом и исследовательском оборудовании, применяемом в порошковой металлургии.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавров

Дисциплина Б 1.2.22.2 «Технология получения порошковых материалов» относится к дисциплинам по выбору вариативной части учебного плана по направлению подготовки 22.03.01. – Материаловедение и технологии материалов.

Курс предполагает наличие у бакалавров знаний по курсам: «Физика», «Математика», «Кристаллография», «Общее материаловедение и технологии материалов», «Физическая химия», «Технологии получения и переработки материалов». Знания и навыки, полученные бакалаврами при изучении данного курса, могут быть применены при изучении последующих дисциплин, например: «Методы исследования, контроля и испытания материалов», «Композиционные материалы», «Рентгенография и электронная микроскопия», «Физико-химия материалов», «Экологические проблемы производства новых материалов и покрытий», «Перспективные материалы и технологии», а также при прохождении производственных практик и подготовки выпускной квалификационной работы по направлению 22.03.01. – Материаловедение и технологии материалов

3. Компетенции бакалавров, формируемые в результате освоения программы.

Процесс освоения программы направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

Коды компетенции	Наименование компетенции	Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)
1	2	3
ПК-6	способностью использовать на практике современные представления о влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой,	<i>Знать:</i> <ul style="list-style-type: none">- основные закономерности получения металлических и керамических порошков, порошков тугоплавких соединений;- основные направления использования порошковых материалов- свойства порошков и методы их

	<p>полями, частицами и излучениями</p>	<p>определения;</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы формования и спекания порошковых материалов; - свойства порошковых конструкционных и функциональных материалов и изделий; -технологические процессы получения порошковых материалов и изделий из них. <p><i>Уметь:</i> проводить и интерпретировать результаты структурных исследований порошковых материалов и изделий из них, обосновывать особенности свойств и основные направления использования</p> <p><i>Владеть:</i> практическими методами и навыками формования и спекания порошковых материалов; исследовании различных структурных характеристик полученных материалов и изделий, их основных физико-механических и эксплуатационных свойств</p>
<p>ПК-16</p>	<p>способностью использовать на производстве знания о традиционных и новых технологических процессах и операциях, нормативных и методических материалах о технологической подготовке производства, качестве, стандартизации и сертификации изделий и процессов с элементами экономического анализа</p>	<p><i>Знать:</i>- мировые практики (традиционные и новые) реализации технологий получения порошковых материалов и изделий из них;</p> <ul style="list-style-type: none"> – о методах реализации порошковых материалов с экологическими и токсикологическими аспектами; – о возможных положительных результатах конкретной реализации технологий порошковых материалов, в том числе с элементами экономического анализа; – об основных этапах решения задачи реализации конкретного направления применения технологии порошковых материалов в промышленности. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – применять на практике знания о традиционных и новых технологических процессах и операциях реализации технологий порошковых материалов; – планировать решение задачи реализации конкретного направления применения технологии порошковых материалов в промышленности <p><i>Владеть:</i> практическими методами и навыками использования на производстве знаний о традиционных и новых технологических процессах и операциях получения порошковых материалов и изделий из них с заданным комплексом свойств</p>

4. Структура и содержание дисциплины Б 1.2.22.2 «Технология получения порошковых материалов».

4.1. Структура дисциплины «Технология получения порошковых материалов»

Общая трудоемкость дисциплины 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)									Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)							
				Аудиторная работа				Самостоятельная работа					Собеседование	Семинар	Проверка тестов	Проверка контрольн. работ	Проверка реферата	Проверка эссе и иных творческих работ	курсовая работа (проект)	др.
				Всего	Лекция	Практические занятия	Лабораторные занятия	Всего	Подготовка к аудиторным занятиям	Реферат, эссе и др.	Подготовка к контрольной работе	Подготовка к экзамену								
	Раздел 1 «Получение и свойства порошков»																			
1.	Введение	5	1	4	2			4					+							
2.	Тема 1. Свойства порошков и способы их определения	5	2-3	7	3	4		6	5	3				+		+	+			
3.	Тема 2. Механические способы получения порошков	5	3-4	7	3	4		7	4	2	3					+		+		
4.	Тема 3. Физико-химические способы получения порошков	5	5-6	8	4	4		8	4	4			+				+			
5.	Тема 4. Классификация и маркировка металлических порошков	5	7	4	2	2		4	2	2			+				+			
6.	Тема 5. Подготовка порошков к формованию	5	8	4	2	2		7	2	2	3		+	+		+	+	+		
	Раздел 2 «Теория и технология формования»																			
7.	Введение	5	9	4	2			4	2				+				+	+		
8.	Тема 1. Теоретические основы формования	5	10-11	6	4	4		6	4	4			+				+			

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)									Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)							
				Аудиторная работа				Самостоятельная работа					Собеседование	Семинар	Проверка тестов	Проверка контрольн. работ	Проверка реферата	Проверка эссе и иных творческих работ	курсовая работа (проект)	др.
				Всего	Лекция	Практические занятия	Лабораторные занятия	Всего	Подготовка к аудиторным занятиям	Реферат, эссе и др.	Подготовка к контрольной работе	Подготовка к экзамену								
	порошковых материалов																			
9.	Тема 2. Процессы формования заготовок и изделий из порошков	5	12-13	8	4	4		7	2	2	3		+			+	+	+		
	Раздел 3 «Теория и технология спекания»																			
10.	Тема 1. Теория спекания		14	4	2	2		3	3				+							
11.	Тема 2. Ползучесть кристаллических тел		15	4	2	2		3	3				+							
12.	Тема 3. Спекание многокомпонентных систем		16	4	2	2		3	3				+							
13.	Тема 4. Жидкофазное спекание		17	4	2	2		3	3				+							
14.	Тема 5. Активированное спекание		18	4	2	2		7	2	2	3		+			+			+	
	<i>Подготовка к экзамену</i>	5						36				36								
	Общая трудоемкость, в часах			72	36	36		108	39	21	12	36	Промежуточная аттестация							
													Форма	Семестр						
													Зачет	<i>Не предусмотрен</i>						
													Экзамен	5						

4.2. Содержание дисциплины Б 1.2.22.2 «Технология получения порошковых материалов».

Раздел 1 «Получение и свойства порошков»

Введение

Сущность порошковой металлургии (ПМ), ее достоинства (технические, экономические, экологические), недостатки, области применения. Краткие исторические сведения, современное состояние ПМ за рубежом и в нашей стране. Перспективы и основные направления развития ПМ.

Тема 1. Свойства порошков и способы их определения

Химический состав, вредные примеси, химические свойства порошков. Физические свойства. Технологические свойства.

Тема 2. Механические способы получения порошков

Методы получения порошков металлов. Теоретические основы формирования и спекания металлических порошков. Технологии получения порошковых материалов.

Теория и практика размола в шаровых, вихревых, молотковых, планетарных, вибромельницах и других агрегатах. Различные варианты распыления. Грануляция.

Тема 3. Физико-химические способы получения порошков.

Восстановление. Термодинамика и кинетика восстановления газами, твердым углеродом, металлами. Получение порошков железа, цветных металлов и сплавов, тугоплавких соединений методом восстановления. Получение порошков электролизом растворов и расплавов. Диссоциация карбониллов, цементация, конденсация, межкристаллитная коррозия и другие физико-химические способы получения металлических порошков. Выбор способа получения порошков.

Тема 4. Классификация и маркировка металлических порошков

Тема 5. Подготовка порошков к формованию

Цели подготовки. Отжиг, рассев, смешивание, гранулирование. Контроль, транспортировка, хранение порошков.

Раздел 2 «Теория и технология формования»

Введение

Перспективы создания порошковых материалов. Достижения отечественной и зарубежной науки и техники в области создания теории и практики получения порошковых материалов. Роль и место процессов формования в технологии получения порошковых материалов.

Тема 1. Теоретические основы формования порошковых материалов

Процессы, происходящие при прессовании. Зависимость плотности брикета от давления прессования. Уравнение Бальшина М. Ю. Распределение плотности по объему спрессованного брикета. Трение при прессовании. Боковое давление. Упругое последствие. Давление выталкивания. Влияние смазки на процесс формования. Особенности поведения хрупких и пластичных порошков во время формования. Прочность прессовок и факторы ее определяющие. Распределение напряжений и плотности при прессовании изделий сложной формы, их зависимость от метода формования. Активирование процессов формования. Брак при прессовании и факторы, его обуславливающие.

Тема 2. Процессы формования заготовок и изделий из порошков

Классификация методов формования. Одно и двухстороннее прессование. Дозировка, шихты. Пресс-инструмент для холодного прессования. Изостатическое прессование. Холодное и горячее газостатическое и гидростатическое прессование и прессование в эластичных оболочках. Непрерывное формование. Распределение напряжений и плотности при мундштучном прессовании, холодной и горячей экструзии заготовок. Экструзия в металлических оболочках. Технология мундштучного формования. Закономерности холодной и горячей прокатки щитов и лент из порошков. Способы вибрационного формования. Особенности уплотнения при вибрации малопластичных порошков. Технология горячего прессования и ее разновидности - ДПП, горячая ковка, штамповка и др. Пресс-инструмент для горячего прессования. Шликерное формование - особенности, технология. Высокоскоростные методы формования: взрывное, электрогидравлическое, электромагнитное, магнитодинамическое и пневмомеханическое, особенности, технология формования.

Качество изделий и методы его контроля. Приборы для контроля. Способы устранения брака при прессовании. Техника безопасности при формовании.

Раздел 3 «Теория и технология спекания»

Тема 1. Теория спекания

Твердофазное спекание. Спекание однокомпонентных систем. Движущие силы спекания. Стадии процесса спекания. Механизм массопереноса. Перенос вещества через газовую фазу.

Тема 2. Ползучесть кристаллических тел

Рекристаллизация при спекании. Уплотнение при нагреве.

Тема 3. Спекание многокомпонентных систем

Системы с неограниченной растворимостью компонентов. Системы с ограниченной растворимостью компонентов. Системы с нерастворимыми компонентами.

Тема 4. Жидкофазное спекание

Процессы, протекающие при жидкофазном спекании. Системы с нерастворимыми компонентами. Системы с ограниченной растворимостью компонентов. Системы со значительной взаимной растворимостью компонентов. Инфильтрация.

Тема 5. Активированное спекание

Активирование наружной поверхности. Активирование объема материала. Активирование с помощью расплавленной жидкой фазы.

4.3 Лабораторные занятия

По данному курсу лабораторные занятия не предусмотрены учебным планом.

4.4 Практические занятия.

Раздел и темы занятий	Часы
Раздел 1 «Получение и свойства порошков»	
Тема 1. Свойства порошков и способы их определения	2
Тема 2. Технологические свойства порошков	4
Тема 3. Механические способы получения порошков	4
Тема 4. Физико-химические способы получения порошков	4
Тема 5. Классификация и маркировка металлических порошков	2

Тема 6. Подготовка порошков к формованию	2
Раздел 2 «Теория и технология формования»	
Тема 1. Теоретические основы формования порошковых материалов	2
Тема 2. Изучение закономерностей уплотнения порошковых материалов	2
Тема 3. Изучение упругого последействия и определение давления выталкивания	2
Тема 4. Гидростатическое прессование порошков	2
Раздел 3 «Теория и технология спекания»	
Тема 1. Теория спекания. Ползучесть кристаллических тел	2
Тема 2. Спекание однокомпонентных систем	2
Тема 3. Спекание многокомпонентных систем	2
Тема 4. Жидкофазное спекание	2
Тема 5. Активированное спекание	2
Итого:	36

4.5 Семинарские занятия как форма организации учебной деятельности по дисциплине «Технология получения порошковых материалов» может применяться в рамках практических занятий как итоговое завершение раздела дисциплины.

4.6 Другие виды аудиторных занятий: запланировано проведение *семинаров-тренингов* по темам указанных разделов и *круглого стола* по теме «Порошковые материалы и технологии будущего».

4.7 Курсовая работа – не предусмотрена.

4.8 Другие виды самостоятельной работы - не планируются.

5. Образовательные технологии.

Компетентностная технология, акцентирующая внимание на формировании у будущего выпускника готовности к практическому применению знаний и умений, в условиях решения реальных профессиональных задач, что позволяет представить структуру профессиональной культуры выпускника, как системную реконструкцию его компетенций.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО при реализации компетентного подхода предусматривается широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий:

1. Чтение лекций с применением мультимедийных средств, имеющие основной целью углубленное изучение определенных тем курса.

2. Проведение практических работ с применением информационных технологий. Решение компетентностно-ориентированных задач направленных на закрепление знаний и умений по темам дисциплины и формирование навыков, соответствующих закрепленным профессиональным компетенциям ПК-6 и ПК-16.

3. Семинары, в ходе которых происходит групповое обсуждение студентами учебной проблемы под руководством преподавателя. В ходе проведения круглого стола бакалавры приобретают навыки устного изложения заранее подготовленного материала, умение выслушивать коллег-сокурсников, делать заключения.

4. Семинары-тренинги, в ходе которых происходит отработка практического применения полученных знаний на индивидуальном и групповом уровне, обсуждается проблемная ситуация, поставленная преподавателем, связанная со способами и вариантами обработки научной информации. В ходе проведения тренинга бакалавры приобретают умение излагать и аргументировано отстаивать точку зрения.

5. Проведение круглого стола по теме «Порошковые материалы и технологии будущего» требует подготовительной работы со стороны студентов, которые должны подобрать литературу, составить план и раскрыть содержание выступления. При подготовке

к выступлению, а также к участию в дискуссии на круглом столе необходимо изучить предложенную литературу и выявить основные проблемные моменты темы. Продолжительность доклада на круглом столе не должна превышать 7-8 минут, материал должен быть тщательно проработан.

К проведению круглого стола привлекаются все желающие в нем участвовать студенты. После выступлений участники круглого стола задают докладчикам наиболее интересующие их вопросы. На заключительном этапе круглого стола проводится открытая дискуссия по представленным проблемам, в которой участвуют все студенты.

После завершения дискуссии путём голосования выбирается лучший докладчик, а также подводятся окончательные итоги круглого стола. Затем по результатам обсуждения одним из студентов готовится проект резюме, которое рассматривается и принимается участниками круглого стола. Резюме содержит предложения как теоретической, так и практической направленности, к которым пришли студенты в ходе обсуждения рассматриваемой темы, а также основные выводы.

План круглого стола:

- а) Вступительное слово руководителя
- б) Заслушивание докладов
- в) Обсуждение докладов
- г) Избрание счётной комиссии и голосование (выбор лучшего доклада)
- д) Подведение итогов круглого стола
- е) Подготовка резюме по результатам проведения круглого стола

При организации внеаудиторной самостоятельной работы используются следующие технологии:

1. Технология систематизации имеющейся информации (работа с конспектом лекции для подготовки к контрольной работе).

2. Технология поиска и сбора новой информации (работа на компьютере с целью поиска информации в базах данных, работа с учебной, справочной и научной литературой с целью подготовки к семинарам и написанию реферата) с использованием средств электронного обучения (компьютеры, мультимедиа аппаратура), работа в Интернете, методы активного обучения.

3. Технология анализа новой информации и формирование выводов.

Занятия, проводимые в интерактивных формах, с использованием интерактивных технологий составляют 20% аудиторных занятий (не менее чем определено требованиями ФГОС).

6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Контроль знаний обучаемых в ходе изучения дисциплины:

- проверка готовности студентов к выполнению практических работ (экспресс-контроль знаний предстоящей темы — получение студентами допуска к выполнению работы);
- выдача заданий для подготовки к семинарским занятиям с объяснением правил оформления отчётности;
- контроль выполнения работ в аудитории;
- прием выполненной и правильно оформленной работы: реферата или презентации с докладом.

При проведении текущего контроля, промежуточной и рубежной аттестации применяются методы:

- устный опрос на занятиях;
- учёт посещаемости и выполнения контрольных заданий и работ;
- сочетание указанных методов.

6.1. План самостоятельной работы студентов

Текущий контроль в 5 семестре

Содержание и объем самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Рассматриваемые вопросы	Рекомендуемая литература	Кол-во часов
1	Раздел 1 «Получение и свойства порошков»				
1	Тема 1. Свойства порошков и способы их определения	В соответствии с таблицей 4.1	По теме пункт 4.2	1, 2, 6	4
2-3	Тема 2. Технологические свойства порошков	В соответствии с таблицей 4.1	По теме пункт 4.2	1, 5	6
3-4	Тема 3. Механические способы получения порошков	В соответствии с таблицей 4.1	По теме пункт 4.2	1, 5	7
5-6	Тема 4. Физико-химические способы получения порошков	В соответствии с таблицей 4.1	По теме пункт 4.2	1, 2, 6	8
7	Тема 5. Классификация и маркировка металлических порошков	В соответствии с таблицей 4.1	По теме пункт 4.2	1, 2, 6	4
8	Тема 6. Подготовка порошков к формованию	В соответствии с таблицей 4.1	По теме пункт 4.2	1, 2, 6	7
9	Раздел 2 «Теория и технология формования»				
9	Тема 1. Теоретические основы формования порошковых материалов	В соответствии с таблицей 4.1	По теме пункт 4.2		4
10-11	Тема 2. Изучение закономерностей уплотнения порошковых материалов	В соответствии с таблицей 4.1	По теме пункт 4.2		5
12-13	Тема 3. Изучение упругого последствия и определение давления выталкивания	В соответствии с таблицей 4.1	По теме пункт 4.2		4
13-14	Тема 4. Гидростатическое прессование порошков	В соответствии с таблицей 4.1	По теме пункт 4.2		4
14	Раздел 3 «Теория и технология спекания»				
14	Тема 1. Теория спекания. Ползучесть кристаллических тел	В соответствии с таблицей 4.1	По теме пункт 4.2		3
15	Тема 2. Спекание однокомпонентных систем	В соответствии с таблицей 4.1	По теме пункт 4.2		3
16	Тема 3. Спекание многокомпонентных систем	В соответствии с таблицей 4.1	По теме пункт 4.2		3
17	Тема 4. Жидкофазное спекание	В соответствии с таблицей 4.1	По теме пункт 4.2		3
18	Тема 5. Активированное спекание	В соответствии с таблицей 4.1	По теме пункт 4.2		7
	Итого:				72/2

Рейтинговая контрольная точка № 1 организуется путем контроля знаний обучающихся на занятиях по вопросам тем 1-6, раздела 1

Рейтинговая контрольная точка №2 организуется путем тестирования обучающихся по вопросам тем разделов 2 и 3.

6.2 Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов является наиболее продуктивной формой образовательной и познавательной деятельности студента в период обучения. Текущая самостоятельная работа направлена на углубление и закрепление знаний студентов, развитие практических умений. Текущая самостоятельная работа включает в себя: работу с лекционным материалом, опережающую самостоятельную работу, подготовку к промежуточной аттестации.

Контроль самостоятельной работы студентов и качество освоения дисциплины осуществляется посредством:

- опроса студентов при проведении практических занятий;
- проведения контрольных работ или устных опросов;
- проверки выполнения домашних заданий.

Студенты, для достаточного освоения теоретического материала по дисциплине должны:

- ознакомиться с перечнем вопросов, указанных в теме и изучить их по конспекту лекций с учетом пометок в конспекте;
- выбрать источник из списка литературы, если по данной теме недостаточно материала в конспекте лекций;
- проверить полученные теоретические знания с помощью промежуточных контрольных опросов.

Основной формой самостоятельной работы студента является изучение конспекта лекций, их дополнение, рекомендованной литературы, активное участие на практических и семинарских занятиях.

6.3 Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов

6.3.1. Образцы контрольных работ

Раздел «Получение и свойства порошков»

Контрольная работа № 1

Вариант 1

1. Технологические свойства порошков
2. Седиментационный метод

Вариант 2

1. Физические свойства порошков
2. Методы получения порошков

Контрольная работа № 2

Вариант 1

1. Получение порошков методом восстановления
2. Распыление и грануляция

Вариант 2

1. Карбонильный способ получения порошков
2. Электролиз растворов и расплавов

Контрольная работа № 3

Вариант 1

1. Маркировка порошков
2. Подготовка порошков к формованию

Раздел «Теория и технология формования»

Контрольная работа № 1

Вариант 1

1. Закономерности уплотнения порошковых тел.
2. Упругое последствие

Вариант 2

1. Одностороннее прессование
2. Трение при прессовании

Контрольная работа № 2

Вариант 1

1. Уравнение Бальшина
2. Применение смазок при прессовании

Контрольная работа № 3

Вариант 1

1. Высокоскоростные методы формования
2. Горячее прессование

Вариант 2

1. Прокатка
2. Гидростатическое формование

6.3.2. Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля для студентов очной формы обучения

1. Сущность порошковой металлургии (ПМ).
2. Достоинства ПМ (технические, экономические, экологические), недостатки, области применения.
3. Краткие исторические сведения, современное состояние ПМ за рубежом и в нашей стране.
4. Перспективы и основные направления развития ПМ.
5. Химический состав, вредные примеси, химические свойства порошков.
6. Физические и технологические свойства порошковых материалов.
7. Методы получения порошков металлов.
8. Теоретические основы формирования и спекания металлических порошков.

9. Технологии получения порошковых материалов.
10. Теория и практика размола в шаровых, вихревых, молотковых, планетарных, вибромельницах и других агрегатах.
11. Различные варианты распыления.
12. Грануляция как способ получения порошковых материалов.
13. Восстановление как способ получения порошковых материалов.
14. Термодинамика и кинетика восстановления газами, твердым углеродом, металлами.
15. Получение порошков железа, цветных металлов и сплавов, тугоплавких соединений методом восстановления.
16. Получение порошков электролизом растворов и расплавов.
17. Диссоциация карбониллов, цементация, конденсация, межкристаллитная коррозия и другие физико-химические способы получения металлических порошков.
18. Обоснование выбора способа получения порошков.
19. Классификация и маркировка металлических порошков.
20. Подготовка порошков к формованию. Цели подготовки.
21. Отжиг, рассев, смешивание, гранулирование.
22. Контроль, транспортировка, хранение порошков
23. Перспективы создания порошковых материалов.
24. Достижения отечественной и зарубежной науки и техники в области создания теории и практики получения порошковых материалов.
25. Роль и место процессов формования в технологии получения порошковых материалов.
26. Процессы, происходящие при прессовании.
27. Зависимость плотности брикета от давления прессования.
28. Уравнение Бальшина М. Ю. Распределение плотности по объему спрессованного брикета.
29. Трение при прессовании. Боковое давление. Упругое последствие. Давление выталкивания.
30. Влияние смазки на процесс формования.
31. Особенности поведения хрупких и пластичных порошков во время формования.
32. Прочность прессовок и факторы ее определяющие.
33. Распределение напряжений и плотности при прессовании изделий сложной формы, их зависимость от метода формования.
34. Активирование процессов формования.
35. Браки при прессовании и факторы, его обуславливающие.
36. Классификация методов формования.
37. Одно и двухстороннее прессование.
38. Дозировка, шихты.
39. Пресс-инструмент для холодного прессования.
40. Изостатическое прессование.
41. Холодное и горячее газостатическое и гидростатическое прессование и прессование в эластичных оболочках.
42. Непрерывное формование.
43. Распределение напряжений и плотности при мундштучном прессовании, холодной и горячей экструзии заготовок.
44. Экструзия в металлических оболочках.
45. Технология мундштучного формования.
46. Закономерности холодной и горячей прокатки щитов и лент из порошков.
47. Способы вибрационного формования. Особенности уплотнения при вибрации малопластичных порошков.
48. Технология горячего прессования и ее разновидности - ДГП, горячая ковка, штамповка и др.

49. Пресс-инструмент для горячего прессования.
50. Шликерное формование - особенности, технология.
51. Высокоскоростные методы формования: взрывное, электрогидравлическое, электромагнитное, магнитодинамическое и пневмомеханическое, особенности, технология формования.
52. Качество изделий и методы его контроля. Приборы для контроля.
53. Способы устранения брака при прессовании. Техника безопасности при формовании.
54. Твердофазное спекание.
55. Спекание однокомпонентных систем. Движущие силы спекания. Стадии процесса спекания.
56. Механизм массопереноса. Перенос вещества через газовую фазу.
57. Рекристаллизация при спекании. Уплотнение при нагреве.
58. Системы с неограниченной растворимостью компонентов.
59. Системы с ограниченной растворимостью компонентов.
60. Системы с нерастворимыми компонентами.
61. Процессы, протекающие при жидкофазном спекании.
62. Системы со значительной взаимной растворимостью компонентов. Инфильтрация.
63. Активирование наружной поверхности.
64. Активирование объема материала.
65. Активирование с помощью расплавленной жидкой фазы.

6.3.3. Образцы вопросов экзаменационных билетов

Билет № 1

1. Физические свойства порошков
2. Получение порошков методом восстановления
3. Электролиз растворов и расплавов

Билет № 2

1. Закономерности уплотнения порошковых тел.
2. Трение при прессовании
3. Закономерности уплотнения при спекании

7 УЧЕБНО - МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Рекомендуемая литература

Основная

1. В. Н. Анциферов, Г. В. Бобров, Ш. К. Дружинин и др. Порошковая металлургия и напыленные покрытия: Учебник для вузов. - М.: Металлургия, 1987. 793с. Режим доступа: https://eknigi.org/estestvennye_nauki/91204-poroshkovaya-metallurgiya-i-napylennye-pokrytiya.html
2. Металлические порошки и порошковые материалы: справочник /Б. Н. Бабич, Е. В. Вершинина, В. А. Глебов и др.; под ред. Ю. В. Левинского. - М: ЭКОМЕТ, 2005. -520 с.Режим доступа:http://www.studmed.ru/babich-bn-vershinina-ev-glebov-va-i-dr-metallicheskie-poroshki-i-poroshkovye-materialy_6793f5a8720.html
3. Радомысельский, И. Д. Конструкционные порошковые материалы / И. Д. Радомысельский, Г. Г. Сердюк, Н. И. Щербань. - Киев: Техника, 1985. - 152 с. Режим

доступа: http://www.studmed.ru/radomyselskiy-id-konstrukcionnye-poroshkovye-materialy_6e2a813f091.html

4. Либенсон Г. А. Процессы порошковой металлургии : учебник для вузов : в 2 т. / Г. А. Либенсон, В. Ю. Лопатин, Г. В. Комарницкий. - Москва: Изд-во МИСиС, 2001. 368 с. Режим доступа: <http://www.razym.ru/naukaobraz/uchebnik/208000-libenson-ga-i-dr-processy-poroshkovoy-metallurgii-v-2-h-tomah-t1-proizvodstvo-metallicheskikh-poroshkov.html>

Дополнительная

1. Андриевский Р. А. Порошковое материаловедение. — М. : Металлургия, 1991. — 207 с. Режим доступа: <http://www.razym.ru/naukaobraz/obrazov/207542-andrievskiy-ra-poroshkovoe-materialovedenie.html>
2. Перельман В. Е. Формование порошковых материалов. - М.: Металлургия, 1979. 232 с.
3. Кипарисов С.С., Перельман В. Е., Роман О. В. Закономерности уплотнения порошковых материалов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://masters.donntu.org/2012/fimm/korobko/library/article8.htm>
4. Роман О. В., Габриелов И. П. Порошковая металлургия - безотходная энергосберегающая технология. - Минск: Беларусь, 1986. 159 с.
5. Либенсон Г. А. Основы порошковой металлургии. М.: Металлургия, 1975. 200 с. Режим доступа: http://www.studmed.ru/libenson-ga-osnovy-poroshkovoy-metallurgii_ed66499a722.html
6. Материаловедение в машиностроении [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.П. Дмитренко, Н.Б. Мануйлова. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 432 с. Режим доступа через сайт ЭБС: <http://www.znaniium.com>

7.2 Программное обеспечение

Программное обеспечение, основано на применении мультимедийных технологий в системе Microsoft Power Point позволяет интерактивно представлять информацию, формировать визуальное представление на лекционных, практических и лабораторных работах.

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Лекционные и лабораторные занятия проводятся в специализированных классах, оснащённых необходимым количеством современных средств вычислительной техники.

Программа дисциплины Б 1.2.22.2 «Технология получения порошковых материалов» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Программу составил:

д.т.н., доцент кафедры «КиМ» Недорезов В.Г.

Настоящая программа не может быть воспроизведена, ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.

Программа одобрена на заседании кафедры «СЛПиМ»

от «___» _____ 2016 года Протокол № _____

Заведующий кафедрой СЛПиМ А.Е. Розен

Программа одобрена методическим советом факультета машиностроения и транспорта

Протокол № ___ от «___» _____ 2016 г.

Председатель МС ФМТ _____ Логинов О.Н

**Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год
и регистрации изменений**

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата, подпись зав. кафедрой)	Внесенные изменения	Номера листов (страниц)		
			заменен- ных	новых	аннулиро- ванных