Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 09.09.2025 11:14:00
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735885bc03

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

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения
_____ /Е.В. Сафонов/

«27» февраля 2025г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Порошковые технологии»

Направление подготовки
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль
«Перспективные материалы и технологии»

Квалификация
Бакалавр

Формы обучения
Очная

Москва, 2025 г.

Разработчик:

Доцент, к.т.н.,б/з /Ю.С. Тер-Ваганянц/

Согласовано:

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

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ... 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы ... 5
3. Структура и содержание дисциплины ... 5
   - 3.1. Виды учебной работы и трудоемкость ... 6
   - 3.2. Тематический план изучения дисциплины ... 6
   - 3.3. Содержание дисциплины ... 6
   - 3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ... 7
   - 3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ... 7
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение ... 7
   - 4.1. Основная литература ... 7
   - 4.2. Дополнительная литература ... 7
   - 4.3. Электронные образовательные ресурсы ... 8
   - 4.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ... 8
   - 4.5. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ... 8
5. Материально-техническое обеспечение ... 9
6. Методические рекомендации ... 9
   - 6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ... 9
   - 6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ... 9
7. Фонд оценочных средств ... 10
   - 7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения ... 10
   - 7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения ... 11
   - 7.3. Оценочные средства ... 11

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

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

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

Планируемые результаты обучения– 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 методов получения порошковых материалов.

Обучение по дисциплине «Порошковые технологии» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций в соответствии с ФГОС 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», утверждённым приказом Минобрнауки России от 02.06.2020 N 701:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие ИУК-1.2. Осуществляет поиск, критически оценивает, обобщает, систематизирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи ИУК-1.3. Рассматривает и предлагает рациональные варианты решения поставленной задачи, используя системный подход, критически оценивает их достоинства и недостатки
УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	ИУК-6.1. Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей ИУК-6.2. Определяет приоритеты собственной деятельности, личностного развития и профессионального роста ИУК-6.3. Демонстрирует готовность к построению профессиональной карьеры и определению стратегии профессионального развития на основе оценки требований рынка труда, предложений рынка образовательных услуг и с учетом личностных возможностей и предпочтений
ПК-1 Способен выполнять комплексные исследования и испытания материалов (изделий), обрабатывать, анализировать и представлять результаты	ИПК-1.1 Знает: цели и задачи проводимых исследований, методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации; ИПК-1.2 Умеет: проводить наблюдения и измерения, составлять отчеты по результатам проведенных экспериментов, обрабатывать и представлять полученные

	результаты; ИПК-1.3 Имеет навыки проведения измерений и наблюдений, обработки результатов, составления отчетов и представления полученных данных
ПК-2 Способен осуществлять выбор материалов и технологических процессов для получения заданного комплекса свойств	ИПК-2.1 Знает: 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 ИПК-2.2 Умеет: 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; ИПК-2.3 Имеет 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

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к элективной части блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина 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. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

Очная форма обучения

п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры 4
	Аудиторные занятия	**72**	**72**
	В том числе:		
1.	Лекции	18	18
2.	Семинарские/практические занятия	18	18
3.	Лабораторные работы	36	36
	Самостоятельная работа	**72**	**72**
	В том числе:		
1.	Подготовка к семинарским/практическим занятиям/ лабораторным работам	36	36
2.	Самостоятельное изучение	36	36
	Промежуточная аттестация		
	Зачет/диф.зачет/экзамен	**экзамен**	**экзамен**
	Итого	**144**	**144**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

Тематический план размещён в приложении 1 к рабочей программе.

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Технологии получения порошковых материалов.

1.1.Технологии получения порошков механическими методами. *Измельчение твердых материалов. Диспергирование металлических расплавов.*

1.2.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*.

Тема 2. 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.

Тема 3. Технологии формования порошковых материалов.

3.1. Технологические процессы подготовки порошков к формованию. *Смешивание порошков. Классификация (рассев). Отжиг порошков.*

3.2. Статические методы формования металлических порошков. *Изостатическое формование. Технология гидростатического формования. Газостатическое формование*

Метод формования в толстостенных эластичных оболочках. Технологические процессы мундштучного, шликерного и инжекционного формования. Вибрационное формование. Прокатка металлических порошков.

3.3. Динамические методы формования металлических порошков. *Преимущества и недостатки. Технологии взрывного, электрогидравлического, электромагнитного и пневмомеханического формования. Оценка результатов динамического формования.*

Тема 4. Технологии спекания порошковых материалов.

4.1. Технология твердофазного спекания. *Классификация методов спекания: твердофазное, горячее прессование, жидкофазное спекание. Спекание однокомпонентных систем. Стадии спекания. Движущие силы спекания однокомпонентных систем. Механизмы массопереноса. Рекристаллизация при спекании. Активированное спекание. Спекание многокомпонентных систем. Общие закономерности спекания.*

4.2. Технология жидкофазного спекания. *Стадии жидкофазного спекания. Усадка при спекании. Брак при спекании*

Тема 5. Технологии обработки изделий из порошковых материалов.

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

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские занятия

Семинарское занятие №1 «Маркировка порошков по ГОСТ. Классификация и маркировка порошковых сталей и твердых сплавов»

Семинарское занятие №2 «Технология измельчения порошков в шаровых мельницах»

Семинарское занятие №3 «Технология химического восстановления для получения порошков»

Семинарское занятие №4 «Физические свойства порошков»

Семинарское занятие №5 «Технологические свойства порошков»

Семинарское занятие №6 «Расчет параметров мундштучного формования порошков»

Семинарское занятие №7 «Влияние технологических факторов на процесс спекания»

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовые работы по данной дисциплине не предусмотрены.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Основная литература

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

4.2 Дополнительная литература

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

4.3 Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам программы:

Название ЭОР	Ссылка на курс
Порошковые технологии	https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=7728

4.4 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Наименование	Разработчик ПО (правообладатель)	Доступность (лицензионное, свободно распространяемое)	Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии)
1.	МойОфис	ООО "НОВЫЕ ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301558/?sphrase_id=943375

4.5 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Ссылка на ресурс	Доступность
Информационно-справочные системы			
1.	Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http:// www.consultant.ru	Доступно
Электронно-библиотечные системы			
1.	Лань	https://e.lanbook.com/	Доступна в сети Интернет без ограничений
2.	IPR Books	https://www.iprbookshop.ru/	Доступна в сети Интернет без ограничений
Профессиональные базы данных			
1.	База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	http://www.elibrary.ru	Доступно
2.	Web of Science Core Collection – политематическая реферативно-библиографическая и	http://webofscience.com	Доступно

	наукометрическая (библиометрическая) база данных		

5. Материально-техническое обеспечение

Номер аудитории	Оборудование
1313	Ноутбук, проектор, экран

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1. Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в московском политехническом университете и его филиалах", утверждённым ректором университета.

6.1.2. На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД) и предоставляет возможность ознакомления с программой.

6.1.3. Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО мосполитеха);
- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;
- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4. Доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5. Необходимо с самого начала занятий рекомендовать студентам основную и дополнительную литературу и указать пути доступа к ней.

6.1.6. Вначале или в конце семестра дать список вопросов для подготовки к промежуточной аттестации(экзамену или зачёту).

6.1.7. Рекомендуется факт ознакомления студентов с РПД и графиком работы письменно зафиксировать подписью студента в листе ознакомления с содержание РПД.

6.1.8. Преподаватели, ведущий лекционные и практические занятия, должны согласовывать тематический план практических занятий, использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.9. При подготовке **к семинарскому занятию** по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

В ходе семинара во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы семинарского занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого

учебного вопроса. Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части семинарского занятия следует подвести его итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного семинарского занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.2 Методические указания дляобучающихся по освоению дисциплины

6.2.1. Студент с самого начала освоения дисциплины должен внимательно ознакомится с рабочей программой дисциплины.

6.2.2. Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

6.2.3. При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (LMSмосполитеха) как во время контактной работы с преподавателем, так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

6.2.4. Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к семинарам и практическим занятиям;

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы, и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация самостоятельной работы.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

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

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

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения при проведении промежуточной аттестации

Шкала оценивания	Критерии оценивания
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.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Коллоквиум	Отметка в журнале преподавателем о присутствии и активном участии обучающегося на обсуждении темы

	коллоквиума. Вопросы для коллоквиумов представлены в приложении 2 к рабочей программе
Реферат	Оформленный реферат с отметкой преподавателя «зачтено», подготовленная презентация по теме реферата, отметка преподавателем в журнале о выступлении обучающегося на занятии.Темы рефератов представлены в приложении 2 к рабочей программе

7.3.2. Промежуточная аттестация

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.

Билет состоит из трех теоретических вопросов.

Перечень вопросов к зачету приведен в приложении 2 к рабочей программе.

Приложение 1

Тематический план 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
1.1	**Технологии получения порошков механическими методами.** Измельчение твердых материалов. Диспергирование металлических расплавов.	4	**1-3**	2											
	Семинарское занятие по теме «Маркировка порошков по ГОСТ. Классификация и маркировка порошковых сталей и твердых сплавов»	4			8		10					+			
	Семинарское занятие по теме «Технология измельчения порошков в шаровых мельницах»	4			8		10					+			
1.2	**Технологии получения порошков физико-химическими методами.** Восстановление. Производство порошков электролизом. Физико-химические основы выделения порошков металлов. Производство порошков термической	4	**4-5**	2											

	диссоциацией химических соединений и другими методами. Физико-химические основы карбонильного метода. Межкристаллитная коррозия. Термодиффузионное насыщение														
	Семинарское занятие по теме «Технология химического восстановления для получения порошков»	4			8		10					+			
2	**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.*	4	**6-7**	2											
	Семинарское занятие по теме «Физические свойства порошков»	4			8		10					**+**			
	Семинарское занятие по теме «Технологические свойства порошков»	4			8		10					+			
3.1	**Технологические процессы подготовки порошков к формованию** *Смешивание порошков. Классификация (рассев). Отжиг порошков.*	4	**8**	2											
3.2	**Статические методы**		**9-10**	2											

	формования металлических порошков. *Изостатическое формование. Технология гидростатического формования. Газостатическое формование Метод формования в толстостенных эластичных оболочках. Технологические процессы мундштучного, шликерного и инжекционного формования. Вибрационное формование. Прокатка металлических порошков.*	4													
3.3	**Динамические методы формования металлических порошков.** *Преимущества и недостатки. Технологии взрывного, электрогидравлического, электромагнитного и пневмомеханического формования. Оценка результатов динамического формования. Сдача рефератов*	4	**11-12**	2											
	Семинарское занятие по теме «Расчет параметров мундштучного формования порошков»	4			8		10					+			
4.1	**Технология твердофазного спекания порошков.** *Классификация методов спекания: твердофазное, горячее прессование, жидкофазное*	4	**13-14**	2											

	спекание. *Спекание однокомпонентных систем. Стадии спекания. Движущие силы спекания однокомпонентных систем. Механизмы массопереноса. Рекристаллизация при спекании. Активированное спекание.* *Спекание многокомпонентных систем. Общие закономерности спекания.*														
4.2	**Технология жидкофазного спекания порошков.** *Стадии жидкофазного спекания. Усадка при спекании. Брак при спекании*	4	**15-16**	2											
	Семинарское занятие по теме «Влияние технологических факторов на процесс спекания»	4			8		12					+			
5	**Технологии обработки изделий из порошковых материалов.** *Термическая обработка. Химико-термическая обработка. Дисперсионно-упрочняющая термическая обработка. Защита от коррозии. Механическая обработка.*	4	**17-18**	2											
	Всего часов по дисциплине			**18**	**54**		**72**					**1 реферат**		**Э**	

Приложение 2

ФОНДОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВПО ДИСЦИПЛИНЕ
«Порошковые технологии»

Направление подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Образовательная программа (профиль подготовки)

Перспективные материалы и технологии

Темы рефератов

1. Современное состояние и перспективы развития порошковой металлургии.
2. Химические, физические и технологические свойства порошков и 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.

Вопросы к экзамену

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 конденсация различных 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 шликерного формования.
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.

Вопросы для коллоквиумов

1. Химические, физические и технологические свойства порошков и 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.