**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

РП СФОРМИРОВАНА, СОГЛАСОВАНА И УТВЕРЖДЕНА В ЭИОС

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММ

УТВЕРЖДАЮ /Н.П. Сютов/
(Ф.И.О. декана (директора института))

19.02.2026 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

М.1.2.5 Технология изготовления изделий из порошковых и композиционных материалов

*(код и наименование дисциплины по учебному плану)*

| | |
|---|---|
| Направление подготовки (специальность) | 15.04.01 Машиностроение |
| Квалификация выпускника | Магистр<br>(бакалавр/магистр/специалист) |
| Программа магистратуры | Современные технологии машиностроительных производств |

| | |
|---|---|
| Курс | 2 |
| Семестр | 4 |

Распределение учебного времени

| | | |
|---|---|---|
| Трудоемкость по учебному плану | 180 / 5 | часов/зачетных единиц |
| Лекции | 20 | часов |
| Лабораторные работы | - | часов |
| Практические занятия | 20 | часов |
| Иная контактная работа | - | часов |
| Всего контактной работы (без учета экз.) | 40 | часов |
| Контактная работа по экзамену | - | часов |
| Курсовой проект (работа) | - | семестр |
| Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.) | 140 | часов |
| Самостоятельная работа по подготовке к экзамену | - | часов |
| Экзамен | - | семестр |
| Зачет | - | семестр |
| БРК, ДЗ | 4 | семестр |

_____
(год)

*Оборотная сторона титульного листа*

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 15.04.01 Машиностроение

Программу составили:

| доцент с ученой степенью кандидата наук | МиМ | СОГЛАСОВАНО | Н.Г. Крашенинникова |
|---|---|---|---|
| (должность) | (кафедра) | | (И.О. Фамилия) |

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина

Кафедра машиностроения и материаловедения

(наименование кафедры)

10.02.2026 протокол № 8

(дата)

Заведующий кафедрой СОГЛАСОВАНО С.Я. Алибеков

(И.О. Фамилия)

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими) кафедрой(ами).
СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой СОГЛАСОВАНО С.Я. Алибеков

(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО Д.В. Костромин

(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Копылов Владимир Иванович, генеральный директор ООО Объединение «Родина»

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 19.02.2026 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Результаты обучения |
|---|---|---|
| 1. ПК-2 Способен проводить анализ и эффективно использовать материалы, оборудование, инструменты, технологическую оснастку, средства автоматизации, контроля параметров технологических процессов, элементов машиностроительных производств | ПК-2.1 Устанавливает по марке материала технологические свойства материалов. | **знания:** ПК2.1. Знает физико-химические, механические и технологические свойства порошковых и композиционных материалов<br>**умения:** Умеет установить по марке физико-химические, механические и технологические свойства порошковых и композиционных материалов<br>**навыки:** Имеет навыки выбора материала для заданных условий эксплуатации |

Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к элективным дисциплинам (модулям) ОПОП.
Дисциплина является элективной
Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Технологии перспективных материалов и технологии термической обработки (ПК-2), Проектирование изделий из композиционных материалов и наноразмерных систем (ПК-2), Композиционные и наноразмерные структуры в машиностроении (ПК-2)
Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих государственной итоговой аттестации в форме: Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-2)

Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.
Основными стратегическими технологиями являются: дискуссионные, лекционные занятия, процедуры самообучения, практические занятия

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**4 семестр**

| Виды и темы занятий | Количество часов | Формируемые компетенции |
|---|---|---|
| **Технология производства основных групп порошковых материалов** | **108** | ПК-2 |
| Лекция. Методы получения и свойства порошков. Методы получения нанопорошков | 2 | |
| Лекция. Классификация методов формования.. Изостатическое прессование | 2 | |
| Лекция. Инжекционное прессование. методы формования длиниинмерных изделий | 2 | |
| Лекция. Шликерное литье. Высокоскоростное прессование | 2 | |
| Лекция. Спекание порошковых изделий. Горячее прессование. Инфильтрация. | 2 | |
| Лекция. Особенности компактирования нанопорошков | 2 | |
| Практическое занятие. Прессование в металлических пресс-формах при одноосном приложении нагрузки | 2 | |
| Практическое занятие. Расчет параметров изостатического прессования | 2 | |
| Практическое занятие. Расчет параметров мундштучного прессования | 2 | |
| Практическое занятие. Технология порошковых конструкционных материалов | 2 | |
| Практическое занятие. Термическая обработка порошковых материалов | 2 | |
| Практическое занятие. Химико-термическая обработка порошковых материалов | 2 | |
| Практическое занятие. Технология порошковых антифрикционных материалов | 2 | |
| Практическое занятие. Разработка технологического процесса изготовления изделий из металлических порошков | 2 | |
| Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Изучение лекционного материала и подготовка к практическим занятиям и текущему контролю, изучение дополнительного материала, написание доклада на конференцию. | 80 | |
| **Технология композиционных материалов** | **72** | ПК-2 |
| Лекция. Классификация композиционных материалов. Основные компоненты композиционных материалов. | 2 | |
| Лекция. Технология металлических композиционных материалов | 2 | |
| Лекция. Технология композиционных материалов на основе неметаллических матриц. | 2 | |
| Лекция. Технология углерод-углеродных композиционных материалов | 2 | |
| Практическое занятие. Компоненты композиционных материалов, принципы выбора матрицы и наполнителя. | 2 | |

| | | |
|---|---|---|
| Практическое занятие. Расчет прочности композиционных материалов | 2 | |
| Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Изучение лекционного материала и подготовка к практическим занятиям и текущему контролю, изучение дополнительного материала, написание доклада на конференцию. | 60 | |
| Иная контактная работа: | 0 | |

## Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности.
**Занятия лекционного типа** дают систематизированные знания по дисциплине , концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации.
Подготовка к **занятиям семинарского типа** включает ознакомление с планом практического занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины .
Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины , к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.
Изучение дисциплины включает выполнение тестов, подготовку докладов. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Формой промежуточной аттестации по дисциплине (4 семестр) является: зачёт (БРК).

## Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-методическое обеспечение

| №№ п/п | Список используемой литературы | Количество экземпляров печатных изданий, имеющихся в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет |
|---|---|---|
| УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ | | |
| 1. | Крашенинникова, Надежда Геннадьевна. Основы технологии порошковой металлургии [Текст] : [учебное пособие по направлениям 22.03.01, 15.03.01, 15.04.05] / Н. Г. Крашенинникова, С. Я. Алибеков, Г. П. Фетисов; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2016. - | 30 / https://portal.volgatech.net/books/Krasheninnikova_osnovi_texnologii_2016.pdf |

| | | |
|---|---|---|
| | 286 с. ISBN 978-5-8158-1769-2. Экземпляры: всего 30. | |
| 2. | Крашенинникова, Надежда Геннадьевна. Основы технологии порошковой металлургии [Текст : Электронный ресурс] : учебное пособие для самостоятельной работы и практических занятий : [для технических направлений подготовки и специальностей по разделам дисциплин "Основы технологии порошковой металлургии", "Методы формообразования изделий из порошковых материалов"] / Н. Г. Крашенинникова, С. Я. Алибеков; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2018. - 155 с. ISBN 978-5-8158-1975-7. Экземпляры: всего 36. | 36 / https://portal.volgatech.net/books/Krasheninnikova_osnovi_tehnologii_poroshkovoi_metalurgii_2018.pdf |
| 3. | Технология конструкционных материалов [Текст] : учебник : [для студентов вузов по машиностроительным направлениям] / [В. А. Кузнецов и др.]. Москва: Академия, 2013. - 333, [1] с. ISBN 978-5-7695-9153-2. Экземпляры: всего 9. | 9 |
| 4. | Структура, свойства и технологии металлических и неметаллических материалов [Текст] : [лабораторный практикум для студентов направления 150100 и специальности 150601.65] / [Н. Г. Крашенинникова и др.]; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т", ФГБОУ ВПО "Моск. авиац. ин-т" (Нац. исслед. ун-т). Йошкар-Ола: ПГТУ, 2013. - 170 с. ISBN 978-5-8158-1234-5. Экземпляры: всего 19. | 19 / https://portal.volgatech.net/books/Krasheninnikova_struktura_svojstva.pdf |
| 5. | Крашенинникова, Н. Г. Полимерные материалы и технология изготовления изделий из них [Текст] : учебное пособие / Н. Г. Крашенинникова, С. Я. Алибеков, О. С. Зверева; Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГБОУ ВПО "Поволжский государственный технологический университет". Москва: АРГАМАК-МЕДИА, 2018. - 267, [1] с. ISBN 978-5-00024-101-1. Экземпляры: всего 45. | 45 |

6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

| №№ п/п | Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации | Перечень основного оборудования | Программное обеспечение |
|---|---|---|---|
| 1. | 141а (I) | Весы лабораторные EL-600 (2), Весы лабораторные ВК-300 (1), Вискозиметр ВЗ-246 (1), Колонки SVEN 2.0 STREAM Mega R (1), Комплект кодотран материаловедени (1), Комплект кодотран основы метролог (1), Комплект кодотран. литейное произ (1), Компьютер AMDX2 4200/4Gb/250Gb/DVD- | Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | RW/FDD/Монитор 17"Samsung клв.мышь (1), МИКРОСКОП МЕТАМ РВ-22 (1), Ноутбук Lenovo (G500) 15,6" HD (1), Оверхед-проектор Medium портативный (1), ПЕЧЬ МУФЕЛЬНАЯ ПМ-8 (1), ПЕЧЬ МУФЕЛЬНАЯ СНОЛ 8,2/1100 (2), Печь муфельная СНОЛ-6,7/1300 (1), Принтер лазерн. Xerox 3122 (1), Проектор мультимедийный Hitachi CP- RX93 (1), Станок шлифовально-полировальный ШЛИФ-2М-V (1), СТИЛОСКОП СЛ-13 (1), Стол лабораторный СЛМ-1Н (1), Стол химический пристенный СХП -2Н (1), Термодат-11М3 /4УВ/4Р регулятор температуры (1), Термодат-25У1-РМ /8У/8С/ВР регулятор температуры (1), Толщиномер Константа К-5 (1), Толщиномер покрытий ТТ100 (1), Универсальный измеритель-регулятор ТРМ138Р (1), Установка для индукционного нагрева металла i-Ductor (1), ШКАФ ВЫТЯЖНОЙ (1), Щит управления (1714,4) (1), Экран настенный рулонный 200х200 см (1), Комплект учебной мебели (1) | Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач |

Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:
- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

| Уровень сформированности элементов компетенции | Критерии оценивания | Шкала оценивания |
|---|---|---|
| Пороговый уровень | Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий. | удовлет-ворительно |
| Продвинутый уровень | Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает | хорошо |

| | | |
|---|---|---|
| | существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения | |
| Высокий уровень | Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ | отлично |

7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/ или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

Тестпо разделу "Технология порошковых материалов"

Вариант 0

1. Гомогенные легированные порошки можно получить методом …

1) диссоциации карбонилов 2) электролиза 3) распыления 4) восстановления

2.Наиболее равномерную плотность имеют прессовки, полученные ___ прессованием.

1) односторонним 2) двусторонним 3) изостатическим 4) вибрационным

3. Интервал плотности, при которой прессовка не имеет разрушений при извлечении из пресс-формы, характеризует ___ порошка.

4. Электролизом раствора можно получить порошки …

1) никеля 2) алюминия 3) магния 4) железа

5. Изменение размера прессовки по сравнению с размером в пресс-форме после снятия давления и выпрессовки заготовки называется ___.

6. Элемент оснастки, оформляющий сквозное отверстие в детали при прессовании металлических порошков в закрытой пресс-форме, называется …

7. Для уменьшения износа оснастки при прессовании деталей в порошковую шихту обычно добавляют …

1) графит 2) стеарат цинка 3) индустриальное масло 4) глицерин

8. В условиях серийного производства для спекания деталей из порошковых сталей используют обычно ___ печи.

1) муфельные 2) конвейерные 3) шахтные 4) вакуумные

9. Наиболее частой причиной обезуглероживания деталей при спекании является …

1) завышенная температура спекания

2) низкий углеродный потенциал атмосферы

3) слишком медленное охлаждение

4) завышенная пористость прессовок

10. Порошковые материалы на основе железа спекают обычно при температурах ___ $^{o}$C.

1) 900 – 1000 2) 1100 – 1200 3) 1300 – 1400 4) 800 – 900

11. А-ЖГр2Д3 – это марка …

1) порошкового конструкционного материала

2) легированного порошка на основе железа

3) твердого сплава

4) порошкового антифрикционного материала

12. Фосфор вводят в состав порошковых сталей для …

1) повышения прочности 2) обеспечения жидкофазного спекания

3) улучшения обрабатываемости 4) повышения прокаливаемости

13. Особенностью структуры порошковых сталей, полученных из смесей порошков чистых компонентов, является …

1) пористость 2) мелкозернистость 3) неоднородность 4) анизотропия

14. В качестве защитной атмосферы для спекания порошковых сталей можно использовать …

1) эндогаз, $H_2$ 2) азот, углекислый газ 3) воздух, аргон 4) природный газ, ацетилен

15. Причиной коробления порошковых заготовок при спекании может быть …

1) неравномерная плотность прессовок и слишком быстрый подъем температуры при спекании

2) завышенная температура спекания и слишком большое содержание окислителей в защитной атмосфере

3) завышенная плотность прессовок и слишком большая продолжительность спекания

4) слишком большая пористость и недопекание заготовок

16. После спекания материал ПК10-64 должен иметь структуру …

1) ферритную, допускаются участки перлита

2) перлитную, допускаются включения цементита

3) мартенситную, допускается остаточный аустенит

4) феррито-перлитную с включениями сульфидов

17. Пористость материала ПК10Д3-68 составляет около ___ %.

1) 14 2) 10 3) 18 4) 21

18. Закалку порошковой стали ПК40Д2К-74 целесообразно проводить с температуры ___ $^{o}$С.

1) 840?860 2) 750?770 3) 690?710 4) 1120-1150

19. После цементации порошковых сталей …

1) их подвергают закалке и низкому отпуску

2) проводят нормализацию

3) их подвергают диффузионному отжигу

4) дополнительной термической обработки не требуется

20. Для обеспечения требуемой точности размеров спеченные заготовки из порошковых сталей обычно подвергают …

1) штамповке 2) доуплотнению 3) калиброванию 4) механической обработке

1) 14 2) 10 3) 18 4) 21

Критерии оценивания выполнения теста:

-пороговый уровень – 50-74%

-продвинутый уровень – 75-89 %;

-высокий уровень – 90-100 %

Тест по разделу "Технология композиционных материалов"

Вариант 0

1. Дисперсно-упрочненные композиционные материалы получают…

1) методами порошковой металлургии

2) литьем под давлением

3) методами обработки давлением

4) экструзией

2. Наполнители композиционных материалов, один из размеров которых значительно превосходит два других, называются …

1) одномерными 2) слоистыми 3) двухмерными 4) дисперсными

3. В качестве наполнителя углерод-углеродных композиционных материалов используют …

1) углеродные волокна или ткани 2) графит и сажу

3) керамические и стеклянные волокна 4) карбиды титана и кремния

4. Композиционные материалы на основе полимерных матриц, по сравнению с композитами на

металлической основе, имеют …

1) меньшую теплостойкость 2) большую плотность

3) меньшую технологичность 4) более высокую пластичность

5. При увеличении содержания оксида алюминия прочность спеченного алюминиевого порошка (САП) …

1) увеличивается

2) уменьшается

3) практически не изменяется

4) изменяется немонотонно

6. ВДУ-1 представляет собой …

1) углерод-углеродный композиционный материал

2) волокнистый композиционный материал, упрочненный металлической проволокой

3) дисперсно-упрочненный композиционный материал на основе никеля

4) волокнистый композиционный материал на основе вольфрама

7. Непрерывный по всему объему композиционного материала компонент называют …

1) армирующим 2)наполнителем 3) матрицей 4) упрочнителем

8. Наибльшей термодинамической стабильностью отличаются ___ композиционные материалы.

1) дисперсно-упрочненные 2) эвтектические 3) волокнистые 4) слоистые

9.Изотропны композиционные материалы, упрочненные ___ наполнителями.

1) неорганическими 2) равномерно распределенными нуль-мерными

3) двухмерными 4) одноосно ориентированными одномерными

10. Эвтектические композиционные материалы получают методом …

1) порошковой металлургии

2) направленной кристаллизации

3) прессования

4) диффузионной сварки

Критерии оценивания выполнения итогового теста:

-пороговый уровень – 50-74%

-продвинутый уровень – 75-89 %;

-высокий уровень – 90-100 %

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации

Раздел 1.

1. Получение порошков размолом в мельницах разного типа (шаровых вращающихся и вибрационных, вихревых, планетарных центробежных и гироскопических).
2. Получение порошков методом диспергирования расплава газовым потоком.
3. Получение порошков методами распыления.
4. Получение порошков восстановлением химических соединений.
5. Получение металлических порошков электролизом водных растворов.
6. Особенности получения порошков электролизом расплавленных сред.
7. Получение порошков методом термической диссоциации карбонилов металлов.
8. Получение металлических порошков термодиффузионным насыщением.
9. Химические свойства металлических порошков.
10. Методы исследования формы и размеров частиц порошка.
11. Методы определения удельной поверхности и пикнометрической плотности порошка.
12. Технологические свойства порошков и методы их контроля.
13. Принципиальная технологическая схема производства порошковых изделий.
14. Принципы отбора деталей для изготовления из металлических порошков.
15. Подготовка порошков к прессованию.
16. Основные закономерности процесса формования металлических порошков в металлических пресс-формах.
17. Изостатическое прессование.
18. Прокатка металлических порошков.
19. Инжекционное прессование.
20. Мундштучное прессование.
21. Высокоскоростное прессование.
22. Методы формования без приложения давления.
23. Горячее прессование.
24. Основные стадии процесса спекания металлических порошков.
25. Основные закономерности процесса спекания. Механизмы массопереноса.
26. Влияние технологических факторов на спекание порошковых материалов.
27. Жидкофазное спекание. Инфильтрация.
28. Технология процесса спекания.
29. Основные виды брака при спекании и пути его предупреждения.

30. Особенности структуры порошковых материалов.

31. Особенности термической обработки порошковых сталей.

32. Особенности ХТО порошковых сталей. Цементация, азотирование, сульфидирование и термодиффузионная металлизация порошковых сталей.

33. Порошковые углеродистые стали.

34. Порошковые легированные конструкционные стали.

35. Порошковые антифрикционные материалы на основе железа и меди.

36. Многослойные металлографитовые материалы. Металлопластмассовые и металлостеклянные материалы

Раздел 2.

1. Композиционные материалы. Общая характеристика и классификация.

2. Особенности структуры и свойств композиционных материалов.

3. Армирующие компоненты композиционных материалов: получение, структура и свойства.

4. Типы матриц, применяемых в производстве композиционных материалов.

5. Компоненты композиционных материалов, их функции. Принцип выбора материала матрицы и наполнителя. Межфазное взаимодействие в композиционных материалах.

6. Металлические волокнистые композиционные материалы, их свойства.

7. Методы получения металлических волокнистых КМ.

8. Основные виды и методы получения дисперсно-упрочненных КМ.

9. Дисперсно-упрочненные композиционные материалы на основе алюминия.

10. Эвтектические композиционные материалы.

11. Неметаллические композиционные материалы. Общие сведения, состав, классификация и основные виды.

12. Технология производства полимерных композиционных материалов.

13. Технология получения углерод-углеродных КМ.