

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
профессор Е.И. Пряхин

Проректор по образовательной
деятельности
доцент Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

| | |
|-------------------------------------|--|
| Уровень высшего образования: | <i>магистратура</i> |
| Направление подготовки: | <i>22.04.01 Материаловедение и технологии материалов</i> |
| Направленность (профиль): | <i>Материаловедение и технологии наноматериалов и покрытий</i> |
| Квалификация выпускника: | <i>Магистр</i> |
| Форма обучения: | <i>очная</i> |
| Составители: | <i>профессор Пряхин Е.И.</i> |

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Основы технологии сыпучих материалов»
разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 22.04.01 «**Материаловедение и технологии материалов**», утвержденного приказом Минобрнауки России № 306 от 24.04.2018;

- на основании учебного плана магистратуры по направлению подготовки «**22.04.01 Материаловедение и технологии материалов**» направленность (профиль) «Материаловедение и технологии наноматериалов и покрытий».

Составитель _____ профессор, д.т.н. Пряхин Е.И.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры материаловедения и технологии художественных изделий от 15.02.2023 г., протокол № 10.

Заведующий кафедрой _____ профессор, д.т.н. Е.И. Пряхин

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель преподавания дисциплины – дать будущим магистрам по материаловедению и технологии материалов современные знания о свойствах и методах получения металлических порошков.

Задачи изучения дисциплины:

- знать классификацию гранулометрического состава порошковых частиц;
- уметь объяснять взаимодействие между частицами (силы Ван-дер-Ваальса, электростатические взаимодействия, дефо-теория, капиллярные силы);
- знать принципы фильтрации, седиментации, агломерации и измельчения порошковых частиц;
- уметь описывать и проектировать технологическое оборудование для получения порошковых материалов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Основы технологии сыпучих материалов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)» (дисциплины «по выбору») по направлению подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов» и изучается в 4 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Основы технологии сыпучих материалов» являются «Диффузия в твердых телах»; «Материаловедение и технология современных и перспективных материалов», «Объемные наноструктурированные конструкционные материалы».

Дисциплина «Основы технологии сыпучих материалов» является основополагающей для прохождения практик: «Производственная практика - научно-исследовательская работа - Производственная практика, часть 2», «Производственная практика - преддипломная практика - Преддипломная практика».

Особенностью дисциплины является получение знаний о микропроцессах, происходящих в сыпучих материалах на основных этапах технологии получения порошковых частиц.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Основы технологии сыпучих материалов» направлен на формирование следующих компетенций:

| Формируемые компетенции по ФГОС ВО | | Основные показатели освоения программы дисциплины |
|---|-----------------|--|
| Содержание компетенции | Код компетенции | |
| Способен выбирать метод научного исследования, исходя из конкретных задач, организовывать его осуществление и анализировать результаты с использованием современных методов обработки данных, оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада, готовить (под руководством) документы к патентованию, оформлению ноу-хау. | ПКР-2 | ПКР-2.1. Знать основы современного материаловедения, методы научных исследований, методики экспериментальных исследований. |

| Формируемые компетенции по ФГОС ВО | | Основные показатели освоения программы дисциплины |
|--|-----------------|---|
| Содержание компетенции | Код компетенции | |
| Способен анализировать технологии получения, обработки материалов и изделий из них; формулировать рекомендации по повышению конкурентоспособности выпускаемой продукции. | ПКР-4 | ПКР-4.1. Знать основные технологии производства, обработки материалов и изделий из них, методы анализа и контроля качества продукции. |
| | | ПКР-4.2. Уметь выполнять расчеты технологических параметров оборудования, анализировать и контролировать качество продукции. |
| | | ПКР-4.3. Владеть навыками разработки рекомендаций по повышению конкурентоспособности выпускаемой продукции на основе энерго- и ресурсосбережений. |

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины «Основы технологии сыпучих материалов» составляет 4 зачетные единицы, 144 ак. часа.

| Вид учебной работы | Всего ак. часов | Ак. часы по семестрам |
|---|-----------------|-----------------------|
| | | 4 |
| Аудиторная работа, в том числе: | 48 | 48 |
| Лекции (Л) | 16 | 16 |
| Практические занятия (ПЗ) | 16 | 16 |
| Лабораторные работы (ЛР) | 16 | 16 |
| Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе: | 60 | 60 |
| Выполнение курсовой работы (проекта) | - | - |
| Расчетно-графическая работа (РГР) | - | - |
| Реферат | 12 | 12 |
| Подготовка к практическим занятиям | 16 | 16 |
| Подготовка отчетов по лабораторным работам | 16 | 16 |
| Работа с литературой | 16 | 16 |
| Промежуточная аттестация – экзамен (Э) | 36 | 36 |
| Общая трудоемкость дисциплины | | |
| | ак. час. | 144 |
| | зач. ед. | 4 |

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, лабораторные работы и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| Наименование разделов | Виды занятий | | | | |
|---|-----------------|-----------|----------------------|---------------------|---|
| | Всего ак. часов | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа (проект) |
| Раздел 1 «Введение. Свойства порошков» | 30 | 2 | 4 | 6 | 18 |
| Раздел 2 «Способы получения порошков» | 40 | 8 | 6 | 4 | 22 |
| Раздел 3 «Методы исследования порошков» | 38 | 6 | 6 | 6 | 20 |
| Итого: | 108 | 16 | 16 | 16 | 60 |

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

| п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание лекционных занятий | Трудоемкость в ак. часах |
|-----|---------------------------------|--|--------------------------|
| 1 | Введение. Свойства порошков. | Химические свойства. Физические свойства. Гранулометрический состав. Технологические свойства. Виды взаимодействия между частицами (силы Ван-дер-Ваальса, электростатические взаимодействия, диффузия-теория, капиллярные силы). | 2 |
| 2 | Способы получения порошков. | Механические способы измельчения порошков. Измельчение в твердом состоянии. Основные типы устройств для механического измельчения твердых тел. Получение порошков из расплава металла. Физико-химические способы получения порошков. Метод восстановления. Электролитический метод. Карбонильный метод. Получение многокомпонентных порошковых сплавов. Механические методы получения нанодисперсных порошков. Диспергирование суспензий. Коллоидные мельницы. Роторные пульсационные диспергаторы. Гидродинамические акустические аппараты. Электрогидродинамическое диспергирование. Получение нанопорошков в газовой и жидкой фазах. Получение нанопорошков с использованием плазмы и взрыва. | 8 |

| п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание лекционных занятий | Трудоемкость в ак. часах |
|---------------|---------------------------------|---|--------------------------|
| | | Криохимический синтез нанопорошков. | |
| 3 | Методы исследования порошков | Пикнометрические методы определения плотности. Определение насыпной плотности. Определение плотности утряски. Методы измерения текучести. Методы определения размерных характеристик. Методы определения элементного состава дисперсных сред. Методы анализа фазового состава. Методы исследования поверхности нанопорошков. Методы определения полной удельной поверхности ультрадисперсных сред. Определение угла естественного откоса. Измерение угла обрушения. Определение коэффициентов внутреннего и внешнего трения. Определение микротвердости частиц. Испытание порошка на слипаемость. | 6 |
| Итого: | | | 16 |

4.2.3. Практические занятия

| п/п | Разделы | Наименование практических работ | Трудоемкость в ак. часах |
|---------------|----------|---|--------------------------|
| 1 | Раздел 1 | Методы отбора проб порошков, применяемых в порошковой металлургии. | 2 |
| 2 | | Структурные и размерный факторы в физико-химии наночастиц. | 2 |
| 3 | Раздел 2 | Формирование нанопорошков по механизму «сверху вниз». | 2 |
| 4 | | Формирование нанопорошков по механизму «снизу вверх». | 2 |
| 6 | | Скорость образования центров кристаллизации в гомогенном растворе. Кинетика роста кристаллитов. Размер образующихся кристаллов. Методика расчета и сопоставление с экспериментом. | 2 |
| 6 | Раздел 3 | Инструментальные методы анализа структурных характеристик нанопорошков. | 2 |
| 7 | | Методы определения химического состава нанопорошков. | 2 |
| 8 | | Оригинальные методики исследования нанопорошков. | 2 |
| Итого: | | | 16 |

4.2.4. Лабораторные работы

| п/п | Разделы | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость в ак. часах |
|-----|----------|---|--------------------------|
| 1 | Раздел 1 | Определение формы и среднего размера частиц. Распределение по условному диаметру. | 2 |
| 2 | | Испытание порошка на слипаемость. | 2 |
| 3 | | Определение насыпной плотности. Определение плотности утряски. | 2 |

| | | | |
|---------------|----------|---|-----------|
| 4 | Раздел 2 | Термодинамическое моделирование процесса плазмохимического синтеза оксидов иттрия и циркония. | 2 |
| 5 | | Структурные и субструктурные особенности, рентгеновская плотность электровзрывных нанопорошков. | 2 |
| 6 | Раздел 3 | Определение удельной поверхности нанодисперсных порошков. | 2 |
| 7 | | Определение угла естественного откоса. Измерение угла обрушения. | 2 |
| 8 | | Определение микротвердости порошковых частиц. | 2 |
| Итого: | | | 16 |

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

- совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Лабораторные работы. Цели лабораторных занятий:

- углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ.

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Раздел 1. «Введение. Свойства порошков»

1. Что такое гранулометрический состав порошка?
2. С какой целью определяют пикнометрическую плотность порошка?

3. Как влияет окисление порошка на его пикнометрическую плотность? Чем объясняется характер такого влияния?
4. Назовите основные технологические свойства порошковых материалов.
5. Что такое насыпная плотность?
6. Что такое текучесть порошка, как она зависит от формы и размеров частиц?

Раздел 2. «Способы получения порошков»

1. Укажите основные методы получения металлических порошков.
2. Как зависит форма частиц порошка от метода получения?
3. Как Вы понимаете термин «сверху вниз»?
4. Как Вы понимаете термин «снизу вверх»?
5. Перечислите основные физико-химические способы получения порошков.
6. Что такое самораспространяющийся высокотемпературный синтез?
7. Какие процессы лежат в основе твердофазного реакционного синтеза?
8. Какие технологические приёмы могут быть использованы для реализации жидкофазного реакционного синтеза?

Раздел 3. «Методы исследования порошков»

1. Укажите основные методы определения гранулометрического состава порошка.
2. Как влияет размер и форма частиц на насыпную плотность?
3. В чем состоит методика определения текучести порошка на приборе Холла?
4. Как влияет вибрация на плотность порошка?
5. Какие факторы влияют на насыпную плотность порошка?
6. Как влияет размер и форма частиц на текучесть порошка?

6.2. Примерные темы рефератов

1. История развития порошковой металлургии, преимущества и недостатки.
2. Физические, химические и технологические свойства порошков.
3. Классификация методов получения порошков.
4. Способы приготовления порошковых смесей.
5. Методы исследования порошков.

6.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

6.3.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену (по дисциплине):

1. Рождение и развитие порошковой металлургии
2. Преимущества и недостатки порошковой металлургии
3. Физические свойства порошков.
4. Химические свойства порошков.
5. Технологические свойства порошков.
6. Виды взаимодействия между частицами.
7. Классификация методов получения порошков.
8. Физико-химические методы получения порошков
9. Механические методы получения порошков
10. Подготовка металлических порошков.
11. Способы приготовления порошковых смесей.
12. Устройства ударно-динамического типа
13. Барбанные мельницы
14. Вибрационные мельницы
15. Струйные мельницы
16. Вихревые мельницы
17. Диспергирование суспензий
18. Коллоидные мельницы

19. Роторные пульсационные диспергаторы
20. Гидродинамические акустические аппараты
21. Электрогидродинамическое диспергирование
21. Получение наночастиц методом испарения-конденсации
22. Получение наночастиц в газовой фазе
23. Получение наночастиц в жидкой фазе
24. Плазмохимический синтез
25. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез
26. Электроэрозионный метод
27. Ударно-волновой или детонационный синтез
28. Пикнометрические методы определения плотности.
29. Методы измерения текучести.
30. Методы определения размерных характеристик.
31. Методы определения элементного состава дисперсных сред.
32. Методы анализа фазового состава.
33. Методы исследования поверхности нанопорошков.
34. Определение коэффициентов внутреннего и внешнего трения.
35. Определение микротвердости частиц. Испытание порошка на слипаемость.

6.3.2. Примерные тестовые задания к экзамену.

Вариант 1

| | | |
|----|--|---|
| 1. | Порошковая металлургия-это: | <ol style="list-style-type: none"> 1. производство металлических порошков 2. изготовление деталей из металлических порошков 3. обработка металлических порошков 4. классификация порошков |
| 2. | 1. Порошок-это совокупность мелких тел с размером: | <ol style="list-style-type: none"> 1. 0,001-1000 мкм 2. менее -0,001мкм 3. более1000мкм 4. вся эта совокупность |
| 3. | 2. Какой размер имеют гранулы | <ol style="list-style-type: none"> 1. 0,001 мкм 2. менее 0,001мкм 3. 1000мкм 4. более1000мкм |
| 4. | Гранулометрический состав порошковой смеси-это | <ol style="list-style-type: none"> 1. размеры порошков в смеси. 2. процентное содержание разных размеров порошков в смеси 3. разновидности порошков в смеси 4. общее содержание порошка |
| 5. | . Путем механического размол не получают | <ol style="list-style-type: none"> 1.пудру 2.мелкие порошки 3.крупные порошки 4. гранулы |
| 6. | Какие существуют методы получения порошков | <ol style="list-style-type: none"> 1 химический 2. электролитический 3. механический размол 4. все перечисленные методы |

| | | |
|-----|--|--|
| | | |
| 7. | Путем распыления жидкого металла получают | <ol style="list-style-type: none"> 1. пудру 2. мелкие порошки 3. крупные порошки 4. гранулы |
| 8. | Насыпная плотность – это: | <ol style="list-style-type: none"> 1. общее количество порошка 2. общая плотность порошковой смеси 3. удельная плотность порошковой смеси 4. масса единицы объема свободно насыпанного порошка |
| 9. | Сколько имеется групп зернистости порошков | <ol style="list-style-type: none"> 1. три 2. пять 3. две 4. десять |
| 10. | Грубые порошки имеют размер | <ol style="list-style-type: none"> 1. 500-1000 мкм 2. 150-500 мкм 3. 3. 50 – 100 мкм 4. 1-2 мм |
| 11. | Тонкие порошки имеют размер | <ol style="list-style-type: none"> 1. 40-150 мкм 2. 150-300 мкм 3. 10 – 40 мкм 4. менее 10 мкм |
| 12. | Ультратонкие порошки имеют размер | <ol style="list-style-type: none"> 1. менее 10 мкм 2. менее 5 мкм 3. менее 1 мкм 4. менее 0.5 мкм |
| 13. | Какие формы порошков не бывает | <ol style="list-style-type: none"> 1. сферическая 2. каплеобразная 3. сложная 4. Простая |
| 14. | Как можно ли получить порошок из стружки | <ol style="list-style-type: none"> 1. переплавкой 2. сваркой 3. прессованием 4. дроблением в мельнице |
| 15. | Чем отличаются порошковые от компактных материалов | <ol style="list-style-type: none"> 1. видом 2. плотностью 3. химсоставом 4. размером фаз |
| 16. | Порошки чистых металлов не получают | <ol style="list-style-type: none"> 1. Химическим методом 2. Электролитическим методом 3. Механическим методом 4. Физико-химическим методом |

| | | |
|----|--------------------------------|--|
| 17 | Размер сверхмелких частиц | 1. <1 мкм 2. 10 мкм 3. 30 мкм 4. 50 мкм |
| 18 | порошок средней зернистости | 1. 150...500 мкм 2. 40...150 мкм 3. 10...40 мкм 4. 0,5...10 мкм |
| 19 | Порошки можно получить методом | 1. Совместное осаждение при электролизе. 2. Диффузионного насыщения. 3. Ударно-центробежный. 4. Все перечисленные |
| 20 | Свойства порошков бывают | 1. традиционные 2. обычные 3. специальные 4. химические, физические и технологические |

Вариант 2

| | | |
|----|--|--|
| 1. | .Насыпная плотность – это: | 1.общее количество порошка 2.общая плотность порошковой смеси 3.удельная плотность порошковой смеси 4.масса единицы объема свободно насыпанного порошка |
| 2. | .Какая из перечисленных структур обеспечивает высокие механические свойства в металлах | 1.макроструктура 2.микроструктура 3.наноструктура 4.субструктура |
| 3. | Способы формирования наноструктуры в металлах | 1.ультравысокая деформация металлов 2.сверхбыстрая закалка 3.высокий отпуск 4.обработка холодом |
| 4. | .Допустимая величина пористости в изделиях из металлических порошков | 1. 18% 2. 10% 3...2-3% 4. 0% |
| 5. | Пирофорность и токсичность относят к: | 1. физическим свойствам порошков 2. химическим свойствам порошков 3. механическим свойствам порошков 4. физико-химическим свойствам |
| 6. | Пирофорность – это способность порошков при длительном лежании | 1. возгораться самопроизвольно 2. ухудшать свои свойства |

| | | |
|-----|--|---|
| | | 3. изменять свою структуру 4. изменять свой цвет |
| 7. | С какой формой порошки плохо прессуются | 1. сферическая 2. каплеобразная 3. сложная 4. лепестковая |
| 8. | С какой формой порошки обладают лучшей прессуемостью | 1. сферическая 2. каплеобразная 3. дендритная 4. лепестковая |
| 9. | Что означает прессуемость порошков | 1. способность деформироваться 2. способность упрочняться 3. способность изменять объем 4. способность уплотняться |
| 10. | Каким способом получают порошковые детали | 1. литьем 2. мехобработкой 3. прессованием 4. химической обработкой |
| 11. | Чем отличаются порошковые от компактных материалов | 1. видом 2. плотностью 3. химсоставом 4. размером фаз |
| 12. | Существующие мельницы для размола порошка | 1. шаровые 2. вихревые 3. вибромельницы 4. все перечисленные |
| 13. | При размоле в шаровых мельницах получают порошки размером | 1. 40-300 мкм 2. 10-500 мкм 3. менее 10 мкм 4. более 500 мкм |
| 14. | При размоле в вихревой мельнице получают порошки размером | 1. 40-300 мкм 2. 10-500 мкм 3. До 60 мкм 4. более 500 мкм |
| 15. | Формование заготовок складывается из | 1. подготовка заготовок к прессованию 2. процесса прессования 3. выпрессовки 4. все вместе |
| 16. | Из каких этапов состоит процесс получения заготовки из порошка | 1. подготовка порошка 2. прессование 3. спекание 4. все вместе |
| 17. | Что означает прессуемость порошков | 1. способность деформироваться 2. способность упрочняться |

| | | |
|-----|--|---|
| | | 3. способность изменять объем 4. способность уплотняться |
| 18. | Что представляет процесс спекания порошков | 1. термохимическое взаимодействие порошка 2. чисто термическое воздействие 3. чисто химическое воздействие 4. чисто механическое воздействие |
| 19. | Чем отличаются порошковые от компактных материалов | 1. видом 2. плотностью 3. химсоставом 4. размером фаз |
| 20. | В чем суть процесса спекания заготовок | 1. выгорание смазки и формирование каркаса 2. уменьшение размера 3. уменьшение остаточных напряжений 4. рекристаллизация |

Вариант 3

| | | |
|----|---|--|
| 1. | Композиционные порошковые материалы-это | 1. материалы с разными типами порошков 2. материалы с гетерогенной структурой 3. материалы, состоящие из порошков с противоположными свойствами 4. материалы с разными физическими свойствами |
| 2. | Какую структуру имеют металлические стекла | 1. классическую 2. микрокристаллическую 3. аморфную 4. комбинированную |
| 3. | Как получить аморфную структуру в металле | 1. закалить с огромной скоростью 2. нагреть с высокой скоростью 3. выдерживать длительно при нагреве 4. охлаждать при отрицательных температурах |
| 4. | Какие преимущества имеет аморфная структура | 1. высокую прочность 2. высокую пластичность 3. высокую коррозионную стойкость 4. все выше названные |
| 5. | Что представляет процесс спекания порошков | 1. термохимическое взаимодействие порошка 2. чисто термическое воздействие 3. чисто химическое воздействие 4. чисто механическое воздействие |
| 6. | Формование заготовок – это ... | 1. подготовка заготовок к прессованию 2. процесс прессования |

| | | |
|-----|--|---|
| | | <ul style="list-style-type: none"> 3. выпрессовка 4. все процессы вместе |
| 7. | Из каких этапов состоит процесс получения заготовки из порошка | <ul style="list-style-type: none"> 1. подготовка порошка 2. прессование 3. спекание 4. все процессы вместе |
| 8. | В чем преимущество двухстороннего от одностороннего прессования | <ul style="list-style-type: none"> 1. равномерной по объему плотностью 2. меньшим усилием прессования 3. простотой процесса 4. качеством заготовки |
| 9. | При гидростатическом прессовании не применяются | <ul style="list-style-type: none"> 1. вода 2. масло 3. бензин 4. глицерин |
| 10. | При прессовании могут быть виды брака | <ul style="list-style-type: none"> 1. поперечные и продольные трещины 2. брак по размерам 3. недопрессовка 4. все вместе |
| 11. | Почему отжиг-спекание надо проводить в защитной среде | <ul style="list-style-type: none"> 1. для снижения температуры отжига 2. для защиты от окисления 3. для повышения прочности 4. для уменьшения длительности спекания |
| 12. | Какие газы используются в качестве восстановителей окислов металлов? | <ul style="list-style-type: none"> 1. NH_3; CO; H_2 2. O_2; C; N_2 3. CH_4; C_2H_4 4. He; Ar; Ne |
| 13. | Какие методы получения порошков относятся к механическим? | <ul style="list-style-type: none"> 1. Восстановление из окислов 2. Карбонильный метод 3. Механическое измельчение металлов в твердом состоянии и распыление жидкого металла сжатым воздухом 4. Совместное осаждение при электролизе |
| 14. | Порошки можно получить методом: | <ul style="list-style-type: none"> 1. Совместное осаждение при электролизе. 2. Диффузионного насыщения. 3. Ударно-центробежный. 4. Все перечисленные |
| 15. | Остаточная пористость прессованных заготовок | <ul style="list-style-type: none"> 1. 10-30% 2. 10-20% 3. 5-15% 4. 0-10% |
| 16. | К химическим свойствам металлических порошков относятся | <ul style="list-style-type: none"> 1. Форма и размер 2. Пирофорность и токсичность |

| | | |
|-----|---|--|
| | | 3. Насыпная и относительная плотность 4. Дисперсность и прессуемость |
| 17. | Спекание - это | 1. Нагрев заготовок до температур выше температур рекристаллизации, выдержке при этой температуре и последующем регулируемом охлаждении. 2. Нагрев заготовок до температур ниже температур рекристаллизации, выдержке при этой температуре и последующем регулируемом охлаждении. 3. Нагрев заготовок до температур выше температур рекристаллизации, без выдержки при этой температуре и последующем регулируемом охлаждении. 4. Нагрев заготовок до температур выше температур рекристаллизации, выдержке при этой температуре и без последующего регулируемого охлаждения. |
| 18. | Порошки чистых металлов не получают | 1.Химическим методом 2.Электролитическим методом 3.Механическим методом 4.Физико-химическим методом |
| 19. | Почему отжиг-спекание надо проводить в защитной среде | 1.для снижения температуры отжига 2.для защиты от окисления 3.для повышения прочности 4.для уменьшения длительности спекания |
| 20. | Центробежное распыление происходит в камере в среде: | 1. Вакуум или инертный газ. 2. Вакуум. 3. Инертный газ. 4. Воздух. |

6.4. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий экзамена:

| Оценка | | | |
|---|---|---|--|
| «2» (неудовлетворительно) | Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно) | Углубленный уровень освоения «4» (хорошо) | Продвинутый уровень освоения «5» (отлично) |
| Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы | Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос | Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос. | Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос |
| Не умеет находить решения большинства | Иногда находит решения, | Уверенно находит решения, | Безошибочно находит решения, |

| Оценка | | | |
|--|---|---|---|
| «2» (неудовлетворительно) | Пороговый уровень освоения | Углубленный уровень освоения | Продвинутый уровень освоения |
| | «3» (удовлетворительно) | «4» (хорошо) | «5» (отлично) |
| предусмотренных программой обучения заданий | предусмотренные программой обучения задания | предусмотренные программой обучения задания | предусмотренные программой обучения задания |
| Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено | Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно | Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены | Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены |

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

| Количество правильных ответов, % | Оценка |
|----------------------------------|---------------------|
| 0-50 | Неудовлетворительно |
| 51-65 | Удовлетворительно |
| 66-85 | Хорошо |
| 86-100 | Отлично |

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Гропянов А.В., Ситов Н.Н., Жукова М.Н. Порошковые материалы: учебное пособие / ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб., 2017. - 74 с. <http://nizrp.narod.ru/metod/kaftmim/poroshok.pdf>
2. Ильин А.П., Диагностика нанопорошков и наноматериалов: учебное пособие / А.П. Ильин, А.В. Коршунов, Д.О. Перевезенцева, Л.О. Толбанова. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. - 249 с.
https://portal.tpu.ru/files/departments/publish/diagnostika_nanoporoshkov_zac.pdf
3. Нанотехнологии и специальные материалы [Текст] : учеб. пособие для вузов / Ю. П. Солнцев [и др.] ; под ред. Ю. П. Солнцева. - СПб. : Химиздат, 2009. - 334 с.
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938081772.html>
4. Наноматериалы и нанотехнологии : учебник для вузов / Е. И. Пряхин, С. А. Вологжанина, А. П. Петкова, О. Ю. Ганзуленко ; под редакцией Е. И. Пряхина. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 372 с. — ISBN 978-5-8114-5373-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/149303>

7.1.2. Дополнительная литература

1. Винников В.П. Методы получения нанодисперсных порошков / В.П.Винников, М.Б.Генералов - СПб.: Профессия, 2016 - 235 с.
2. Миттова И.Я., Томина Е.В., Лаврушина С.С. Наноматериалы: синтез нанокристаллических порошков и получение компактных нанокристаллических материалов: Учебное пособие. - Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2007. - 35 с.
<https://docplayer.ru/152973-Nanomaterialy-sintez-nanokristallicheskih-poroshkov-i-poluchenie-kompaktnyh-nanokristallicheskih-materialov-uchebnoe-posobie-dlya-vuzov.html>
3. ГОСТ 23148-98 (ИСО 3954-77) Межгосударственный стандарт. Порошки, применяемые в порошковой металлургии. Отбор проб.

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Амосов Е. А. Физические модели в порошковой металлургии [Текст] : учеб.пособие / Е.А.Амосов, А. А. Ермошкин, Ю. М. Марков ; Самар.гос.техн.ун-т. - Самара : [б. и.], 2012. - 45 с.

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Сборник нормативной документации. <http://docs.cntd.ru>
2. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
3. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>
4. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
5. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>
6. Поисковые системы Yandex, Google, Rambler, Yahoo и др.
7. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://www.rsl.ru>
8. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
9. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань» <https://e.lanbook.com/books>.
10. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
11. Свободная энциклопедия Википедия: <https://ru.wikipedia.org>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

Аудитории для проведения лекционных занятий (Учебный центр №1).

23 посадочных места Металлографический комплекс-1шт, микроскоп МетаМ РВ-22 (5) – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 бинокуляр – 1 шт., ноутбук HP Compaq 615 VC288EA – 1 шт., проектор изображения 1928 T2G – 1 шт., проектор NEC M363W – 1 шт., твердомер по Рюквеллу 210HR-150 – 1 шт., экран настенный 178×178 - 1 шт., компьютер HP 6200 Pro – 3 шт., ПЭВМ Р11 – 1 шт., ПЭВМ Кей Р911 – 1 шт., стол аудиторный - 10 шт., стол компьютерный 1100×600×750 - 6 шт., стул черный кожаный - 23 шт.

Аудитории для проведения практических занятий (Учебный центр №1).

23 посадочных места Металлографический комплекс-1шт, микроскоп МетаМ РВ-22 (5) – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 бинокуляр – 1 шт., ноутбук HP Compaq 615 VC288EA – 1 шт., проектор изображения 1928 T2G – 1 шт., проектор NEC M363W – 1 шт., твердомер по Рюквеллу 210HR-150 – 1 шт., экран настенный 178×178 - 1 шт., компьютер HP 6200 Pro – 3 шт., ПЭВМ Р11 – 1 шт., ПЭВМ Кей Р911 – 1 шт., стол аудиторный - 10 шт., стол компьютерный 1100×600×750 - 6 шт., стул черный кожаный - 23 шт.

Аудитории для проведения лабораторных занятий (Учебный центр №1).

23 посадочных места Металлографический комплекс-1шт, микроскоп МетаМ РВ-22 (5) – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 бинокуляр – 1 шт., ноутбук HP Compaq 615 VC288EA – 1 шт., проектор изображения 1928 T2G – 1 шт., проектор NEC M363W – 1 шт., твердомер по Рюквеллу 210HR-150 – 1 шт., экран настенный 178×178 - 1 шт., компьютер HP 6200 Pro – 3 шт., ПЭВМ Р11 – 1 шт., ПЭВМ Кей Р911 – 1 шт., стол аудиторный - 10 шт., стол компьютерный 1100×600×750 - 6 шт., стул черный кожаный - 23 шт.

8.2. Помещения для самостоятельной работы :

23 посадочных места Металлографический комплекс-1шт, микроскоп МетаМ РВ-22 (5) – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 бинокуляр – 1 шт., ноутбук HP Compaq 615 VC288EA – 1 шт., проектор изображения 1928 T2G – 1 шт., проектор NEC M363W – 1 шт., твердомер по Рюквеллу 210HR-150 – 1 шт., экран настенный 178×178 - 1 шт., компьютер HP 6200 Pro – 3 шт., ПЭВМ Р11 – 1 шт., ПЭВМ Кей Р911 – 1 шт.

1 шт., стол аудиторный - 10 шт., стол компьютерный 1100×600×750 - 6 шт., стул черный кожаный - 23 шт.

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

- Центр новых информационных технологий и средств обучения:
- персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»);
- монитор – 4 шт.;
- сетевой накопитель – 1 шт.;
- источник бесперебойного питания – 2 шт.;
- телевизор плазменный Panasonic – 1 шт.;
- точка Wi-Fi – 1 шт.;
- паяльная станция – 2 шт.;
- дрель – 5 шт.;
- перфоратор – 3 шт.;
- набор инструмента – 4 шт.;
- тестер компьютерной сети – 3 шт.;
- баллон со сжатым газом – 1 шт.;
- паста теплопроводная – 1 шт.;
- пылесос – 1 шт.;
- радиостанция – 2 шт.;
- стол – 4 шт.;
- тумба на колесиках – 1 шт.;
- подставка на колесиках – 1 шт.;
- шкаф – 5 шт.;
- кресло – 2 шт.;
- лестница Alve - 1 шт.

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

- Пакеты прикладных программ Microsoft Office
- Microsoft Windows 7 Professional
- Microsoft Office 2007 Professional Plus
- Microsoft Windows XP Professional
- Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1 с возможностью доступа к сети «Интернет»
- Microsoft Office 2010 Professional Plus
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.