**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**



Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ**

**ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **УТВЕРЖДАЮ**  Директор ИФВТ  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.Н. Яковлев «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2014 г. |

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**ПОРОШКОВАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ И КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

А1.ВМ3.2.1 Базовая часть. Вариативный междисциплинарный профессиональный модуль

основной образовательной программы подготовки аспиранта

по направлению 22.06.01 Технологии материалов

Профили:

**05.16.01** Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов;

**05.16.06** Порошковая металлургия и композиционные материалы.

Квалификация: Исследователь. Преподаватель-исследователь.

ТОМСК 2014 г.

**Предисловие**

### Рабочая программа составлена на основании федеральных государственных образовательных стандартов к основной образовательной программе высшего образования подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению 22.06.01 Технологии материалов

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА РАССМОТРЕНА И ОДОБРЕНА на заседании обеспечивающей кафедры «Материаловедение в машиностроении» протокол № \_\_\_ от\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2014 г.

Научный руководитель программы

аспирантской подготовки В.Е. Панин

1. Программа СОГЛАСОВАНА с институтами, выпускающими кафедрами специальности; СООТВЕТСТВУЕТ действующему плану.

Зав. обеспечивающей кафедрой ММС В.Е. Панин

# ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплиныаспирантами является приобретение знаний в области порошковой металлургии и композиционных материалов и ознакомить аспирантов с различными металлическими и неметаллическими порошками, их химическими, физическими, технологическими свойствами и методами их оценки, а также с теоретическими основами и технологиями получения порошков различными способами, достоинствами, недостатками и основными областями применения этих способов получения порошков. Сформировать представления о связи способа и технологии получения порошка с его свойствами, поведением при прессовании и спекании, качеством спеченных изделий. Ознакомить студентов с классификацией и маркировкой порошков, основными областями и перспективами их применения.

1. **МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП**

2.1. Учебная дисциплина является основной в подготовки аспирантов по научной специальности 05.16.06 Порошковая металлургия и композиционные материалы А1.ВМ3.2.1 Вариативный междисциплинарный профессиональный модуль основной образовательной программы подготовки аспиранта по направлению 22.06.01 Технологии материалов.

2.2. Данная программа строится на преемственности программ в системе высшего образования и предназначена для аспирантов ТПУ, прошедших обучение по программе подготовки магистров, прослушавших соответствующие курсы и имея по ним положительные оценки. Она основывается на положениях, отраженных учебных программах указанных уровней.

2.3. Дисциплина «Электрические станции и электроэнергетические системы» необходима при подготовке выпускной квалификационной работы аспиранта и подготовке к сдаче кандидатского экзамена.

1. **ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Формирование у аспирантов представлений о механизмах и закономерностях создания композиционных и порошковых материалов, получение комплекса знаний о связи технологических параметров со структурой и свойствами материалов. Освоение студентами инженерных навыков построения технологических процессов получения композиционных и порошковых материалов, современных методов контроля за технологическим процессом, и качеством изделий.

Процесс изучения дисциплины «Порошковая металлургия и композиционные материалы» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ООП по направлению подготовки 22.06.01 Технологии материалов:

1. ***Универсальных компетенций:***
   * способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
   * способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
   * готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
   * готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);
   * способность следовать этическим нормам в профессиональной деятельности (УК-5);
   * способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-6).
2. ***Общепрофессиональных компетенций:***

* способностью и готовностью теоретически обосновывать и оптимизировать технологические процессы получения перспективных материалов и производство из них новых изделий с учетом последствий для общества, экономики и экологии (ОПК-1);
* способностью и готовностью разрабатывать и выпускать технологическую документацию на перспективные материалы, новые изделия и средства технического контроля качества выпускаемой продукции (ОПК-2);
* способностью и готовностью экономически оценивать производственные и непроизводственные затраты на создание новых материалов и изделий, проводить работу по снижению их стоимости и повышению качества (ОПК-3);
* способностью и готовностью выполнять нормативные требования, обеспечивающие безопасность производственной и эксплуатационной деятельности (ОПК-4);
* способностью и готовностью использовать на практике интегрированные знания естественнонаучных, общих профессионально-ориентирующих и специальных дисциплин для понимания проблем развития материаловедения, умение выдвигать и реализовывать на практике новые высокоэффективные технологии (ОПК-5).

1. ***Профессиональных компетенций:***

* демонстрировать глубокие естественнонаучные, математические и инженерные знания физико-химических и технологических основ разработки, изготовления, применения и исследования наноматериалов, покрытий и изделий (ПК-1);
* воспринимать, обрабатывать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию, передовой отечественный и зарубежный опыт, принимать участие в фундаментальных и прикладных исследованиях в области разработки, получения, применения и исследования различных видов материалов и покрытий (ПК-2);
* применять полученные знания для решения нечетко определенных инженерных задач, стоящих перед производством в области разработки, изготовления, применения и тестирования изделий, использовать творческий подход для разработки оригинальных идей и методов проектирования при решении конкретных производственных задач, связанных с использованием передовых технологий мирового уровня (ПК-3);
* планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования по своей специализации с использованием новейших достижений науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта в области знаний, соответствующей выполняемой работе, уметь критически оценивать полученные теоретические и экспериментальные данные и делать выводы, решать изобретательские задачи на основе международного права и защиты интеллектуальной собственности (ПК- 4);
* интегрировать знания о развитии различных видов технологических процессовв области разработки, изготовления, применения и диагностики изделий, а также решать задачи, связанные с организацией их производства с использованием современного технологического оборудования (ПК-5).

Аспирант, изучивший дисциплину «Порошковая металлургия и композиционные материалы» должен**:**

***знать:***

* Процессы производства.
* Методы и приборы для контроля свойств порошков
* Процессы подготовки порошков
* Процессы формования изделий из порошков
* Спекание
* Порошковые материалы
* Композиционные материалы

***уметь:***

* Решать теоретические и прикладные проблемы процессов получения и применения порошковых и композиционных материалов

***иметь опыт:***

* в разработке новых, оригинальных и высокоэффективных технологий получения современных порошковых и композиционных материалов, в том числе наноматериалов.
* Определять, систематизировать и получать необходимые данные в сфере своей деятельности с использованием новейших методов исследования и фундаментальных знаний; вырабатывать новые теоретические подходы и принципы дизайна материалов с заданными свойствами и решать фундаментальные задачи в области современного материаловедения

Задачей дисциплины является теоретическое изучение связи свойств порошковых и композиционных материалов с их химическим составом и структурой. После освоения курса аспиранты должны уметь правильно выбрать конкретный материал для деталей, работающих в заданных условиях, иметь представление об общих подходах создания и получения новых материалов и покрытий с заданными свойствами, познакомиться с новым направлением в материаловедении – создание и использование информационных технологий при конструировании новых материалов и разработке технологий их получения.

Проверка приобретенных знаний, навыков и умений осуществляется посредством опроса аспирантов на практических занятиях, защите индивидуальных заданий, экзамене.

1. **СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**
   1. **Разделы дисциплины и виды занятий**

Приводимая ниже таблица показывает вариант распределения бюджета учебного времени, отводимого на освоение основных модулей предлагаемого курса согласно учебному плану.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование разделов и тем | Трудоемкость (в ЗЕТ) | | Всего учебных занятий (в часах) | Всего учебных занятий  (в часах) | | | | | |
| лекции | семинары | | самостоятельная работа занятия | | экзамен |
| 1 | 2 | | 3 | 4 | 5 | | 6 | | 7 |
| **Раздел 1.  *Получение и свойства порошков*** | | | | | | | | | |
| Тема 1. Свойства порошков и способы их определения | 2 | | 81 |  | | 18 | 12 | |  |
| Тема 2. Механические способы получения порошков | 12 | |  |
| Тема 3. Физико-химические способы получения порошков | 12 | |  |
| Тема 4. Классификация и маркировка металлических порошков | 12 | |  |
| Тема 5. Подготовка порошков к формованию | 15 | |  |
| **Раздел 2.  *Теория и технология формования*** | | | | | | | | | |
| Тема 1.Теоретические основы формования порошковых материалов | 2 | | 81 |  | | 18 | 30 | |  |
| Тема 2. Процессы формования заготовок и изделий из порошков | 33 | |  |
| **Раздел 3.  *Теория и технология спекания*** | | | | | | | | | |
| Тема 1. Теория спекания | 2 | | 81 |  | | 18 | 12 | |  |
| Тема 2. Ползучесть кристаллических тел | 12 | |  |
| Тема 3. Спекание многокомпонентных систем | 12 | |  |
| Тема 4. Жидкофазное спекание | 12 | |  |
| Тема 5. Активированное спекание | 15 | |  |
| **Раздел 4. *Теоретические и прикладные проблемы процессов формирования покрытий*** | | | | | | | | | |
| Тема 1. Общая характеристика основных методов нанесения покрытий и модифицирования поверхности | 3 | 81 | |  | | 18 | | 15 |  |
| Тема 2. Физико-химические основы процессов формирования покрытий | 15 |  |
| Тема 3. Технология и оборудование для нанесения покрытий | 15 |  |
| Тема 4. Служебные свойства и методы контроля качества покрытий | 18 |  |
| **Всего по дисциплине** | **9** | **324** | |  | | **72** | | **252** |  |

* 1. **Содержание разделов и тем**

Введение

В основу настоящей программы положены следующие дисциплины: композиционные материалы и покрытия, производство порошков общего и специального назначения, теория и технология порошковых материалов, теория модифицирования поверхностей и технологические процессы, теория покрытий и технологические особенности процессов, специальные методы контроля качества покрытий и модифицированных поверхностей.

1. *Физические и физико-химические основы и технологические процессы производства порошков, спеченных материалов и изделий.*
2. Процессы производства. Методы и приборы для контроля свойств порошков
3. Процессы подготовки порошков
4. Процессы формования изделий из порошков
5. Спекание
6. *Порошковые материалы*
7. Пористые материалы: подшипники, металлические фильтры, уплотнительные материалы, электроды и пластины аккумуляторов.
8. Беспористые и малопористые антифрикционные матриалы, фрикционные материалы.
9. Электрические и магнитные материалы, конструкционные порошковые материалы, износостойкие материалы.
10. Тугоплавкие металлы: вольфрам, молибден, рений, сплавы вольфрама и молибдена с рением, тантал, ниобий, титан, цирконий Тугоплавкие и твердые бескислородные соединения.
11. Общая характеристика нитридов, карбидов, боридов, силицидов, гидридов, халькогенидов. Кристаллическая и электронная структура, природа межатомных связей, физико-химические свойства тугоплавких соединений.
12. Материалы на основе тугоплавких соединений.
13. Физико-химические основы керметов. Термодинамическая совместимость фаз. Кристаллическая структура, электронная структура и природа межатомных связей в тугоплавких и твердых бескислородных соединениях. Термомеханическая совместимость фаз в керметах.
14. Огнеупорные материалы.
15. Оксидные огнеупоры. Огнеупоры из тугоплавких соединений. Типовая технологическая схема производства огнеупоров. Карборундовые огнеупоры. Керамические порошковые материалы, их свойства и область применения.
16. Инструментальные материалы.
17. Твердые сплавы, безвольфрамовые твердые сплавы, минералокерамические твердые сплавы.
18. Углеродграфитные материалы и графит.
19. Технология производства искусственного графита. Графитопластовые материалы. Силицированный графит. Области применения.
20. Материалы для электронной техники и электротехники, материалы для ядерной энергетики, материалы для ракетной техники и преобразователей энергии.
21. *Композиционные материалы*

3.1. Классификация композитов

3.2. Дисперсно-упрочненные композиты

3.3. Волокнистые композиты

3.4. Многослойные композиты

3.5. Направленно закристаллизованные композиты

1. *Теоретические и прикладные проблемы процессов формирования покрытий*

4.1. Общая характеристика основных методов нанесения покрытий и модифицирования поверхности

4.2. Физико-химические основы процессов формирования покрытий

4.3. Технология и оборудование для нанесения покрытий

4.4. Служебные свойства и методы контроля качества покрытий

1. **ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

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

а) аудиторные занятия (семинарская форма обучения);

б) самостоятельная работа студентов;

г) контрольные мероприятия в процессе обучения и по его окончанию;

д) зачет в 3 семестре; экзамен в 4 семестре. В учебном процессе используются как активные, так и интерактивные формы проведения занятий: дискуссия, метод поиска быстрых решений в группе, мозговой штурм.

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

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

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

Основные аспекты применяемой технологии проблемного обучения:

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

1. **ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ**

**И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Цель контроля - получение информации о результатах обучения и степени их соответствия результатам обучения.*4.1. Текущий контроль*

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

*4.2. Промежуточная аттестация*

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра и завершает изучение дисциплины «Порошковая металлургия и композиционные материалы». Форма аттестации – кандидатский экзамен в письменной или устной форме. Кандидатский экзамен проводится в 4 семестре.

1. **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Основная литература:**

1. Герман Рендалл М. Порошковая металлургия от А до Я: [учебное пособие]: пер. с англ. / Р. М. Герман - М. : Интеллект, 2009 - 336 с. : ил.
2. Кульков Сергей Николаевич Наноматериалы: порошки и спеченные композиты: учебное пособие / С. Н. Кульков, С. П. Буякова; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) - Томск : Изд-во ТПУ, 2011 - 100 с. : ил.
3. Либенсон Герман Абрамович Процессы порошковой металлургии: Учебник: В 2 т. / Г. А. Либенсон, В. Ю. Лопатин, Г. В. Комарницкий - М. : МИСиС, 2001-202 с. : ил.
4. Полимерные композиционные материалы. Прочность и технология / С. Л. Баженов [и др.] - Долгопрудный: Интеллект, 2010 - 347 с. : ил.
5. Михайлин Юрий Александрович Специальные полимерные композиционные материалы / Ю. А. Михайлин - СПб. : НОТ, 2009 - 660 с. : ил.
6. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учебное пособие / под ред. А. А. Берлина - СПб. : Профессия, 2008 - 560 с.: ил.
7. Батаев Анатолий Андреевич Композиционные материалы: строение, получение, применение: учебное пособие для вузов / А. А. Батаев, В. А. Батаев - М.: Логос, 2006 - 398 с. : ил. - (Новая университетская библиотека).
8. Егоров Ю.П Материаловедение: Учебное пособие /Егоров Ю.П., Лозинский Ю.М., Роот Р.В., Хворова И.А.– Томск, Изд-во ТПУ, 2008. -188 с.
9. Ливанов Дмитрий Викторович, Физика металлов: учебник для вузов / Д. В. Ливанов. — М.: Изд-во МИСИС, 2006. — 280 с.
10. Горелик С. С. Рекристаллизация металлов и сплавов / С. С. Горелик, С. В. Добаткин, Л. М. Капуткина. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Изд-во МИСИС, 2005. — 432 с.
11. Батаев В. А Методы структурного анализа материалов и контроля качества деталей: учебное пособие / В. А. Батаев, А. А. Батаев, А. П. Алхимов. — 2-е изд. — М.: Флинта: Наука, 2008. — 220 с.

**Дополнительная литература**

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

**МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Компьютерный класс –15 компьютеров на базе Sempron 2200, программное обеспечение перевода с русского на английский, с английского на русский, аудио- и видеозаписи.
2. Специализированная аудитория – моноблок Daewoo, аудиомагнитофон Samsung, аудио- и видеозаписи.
3. Специализированная лекционная – компьютер на базе Sempron 2200, проектор LG DLP, экран, презентации лекций.
4. Компьютерный класс с пакетами прикладных программ.
5. Лаборатория микроструктурного анализа (Дифрактометры, спектрометры).
6. Лаборатория порошковой металлургии.
7. Лаборатория физического материаловедения.