

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



**УТВЕРЖДАЮ**  
Заместитель председателя  
Приемной комиссии,  
проректор по учебной работе

М.В. Румянцев

**ПРОГРАММА**  
вступительного испытания в аспирантуру  
по направлению 22.06.01 Технологии материалов  
программа (профиль) 05.16.06 Порошковая металлургия  
и композиционные материалы

## **Введение**

В основу настоящей программы положены следующие дисциплины: физика, общая химия, химия металлов, основы материаловедения, технология конструкционных материалов, материаловедение и технология композиционных материалов, процессы порошковой металлургии, физико-химические основы технологии порошковых спечённых материалов, коррозия и защита металлов, теория покрытий и технологические особенности процессов, контроль качества материалов и управление технологическими процессами.

### **Раздел 1. Введение в материаловедение и физикохимию композиционных материалов**

*Строение и свойства материалов.* Строение и свойства кристаллических и аморфных материалов. Элементы кристаллографии. Химическая связь и строение молекул. Структура неметаллических материалов.

Дисперсное состояние вещества. Классификация дисперсных систем. Состояние вещества на границе раздела фаз. Особенности высокодисперсного состояния. Коллоиды. Молекулярно-кинетические явления: диффузия, седиментация. Сорбция. Адсорбция. Абсорбция. Хемосорбция. Капиллярная конденсация. Электрокинетические явления. Двойной Электрический слой. Поверхностно-активные вещества. Электрокинетические явления. Устойчивость и коагуляция дисперсных систем. Структурообразование в дисперсных системах. Особенности физико-химической механики в дисперсных системах.

### **Раздел 2. Методы и технологии получения порошков, волокон и нитевидных кристаллов (усов)**

Химические, физические и технологические свойства порошков, волокон и нитевидных кристаллов (усов). Методы контроля.

Механические методы и технологии получения порошков. Измельчение ультразвуком. Механизм ультразвукового измельчения. Ультразвуковая кавитация.

Физико-химические и механические процессы при распылении расплавов металлов. Методы и технологии распыления расплавов.

Физико-химические методы и технологии получения порошков.

Получение металлических порошков восстановлением химических соединений, электролизом, методом термической диссоциации карбониллов металлов. Методы термодиффузного насыщения, межкристаллитной коррозии, Получение металлических порошков методом испарения-конденсации.

Детонационные и ударно-волновые методы и технологии. Электрический взрыв проводников.

Методы получения порошков тугоплавких соединений и волокон. Получение порошков тугоплавких соединений восстановлением кислородных соединений и путем прямого синтеза из элементов. Общие принципы технологии производства карбидов, нитридов, боридов и силицидов металлов. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез. Золь-гель процессы. Особенности получения высокодисперсных порошков. Механические и физико-химические методы получения волокон и усов.

### **Раздел 3. Формование порошков**

Подготовка порошков к прессованию. Процессы, происходящие при прессовании. Основные стадии процесса прессования порошковых тел. Идеализированная кривая процесса уплотнения порошковых тел. Межчастичное и боковое трение. Зависимость плотности прессовки от усилия прессования и схемы нагружения порошкового тела. Распределение плотности порошкового тела по объему прессовки.

Особенности формования ультрадисперсных порошков Виды брака при прессовании, факторы, способствующие его проявлению. Борьба с браком формовок.

Методы формования изделий на основе порошков. Основные принципы, схемы и параметры процессов. Достоинства и недостатки, области применения.

Изоэлектростатическое формование. Шликерное формование. Мундштучное и инжекционное формование. Вибрационное формование. Импульсное формование Прокатка порошков. Горячее прессование.

### **Раздел 4. Теория и практика спекание изделий из порошков**

#### *Твердофазное спекание*

Цели процесса спекания. Влияние дефектов кристаллической решетки на процесс спекания порошкового тела.

Спекание однокомпонентных систем. Стадии процесса спекания. Движущие силы процесса спекания.

Уплотнение порошковых тел. Стадии процесса усадки порошкового тела. Зависимость усадки от продолжительности спекания. Особенности усадки порошковых тел при спекании. Активация процессов спекания.

Спекание многокомпонентных систем. Объемные изменения при спекании.

#### *Жидкофазное спекание*

Общая характеристика процесса жидкофазного спекания. Закономерности жидкофазного спекания. Стадии спекания. Технологические аспекты процесса жидкофазного спекания порошковых тел.

Инфильтрация порошковой формовки. Управление объемными изме-

нениями порошковых тел при жидкофазном спекании.

Брак при спекании и меры его предупреждения. Основные виды брака при спекании, Причины проявления брака и возможности по его устранению.

## **Раздел 5. Технология, структура и свойства порошковых материалов**

Свойства порошковых изделий и методы их контроля. Структура порошковых материалов и изделий. Спеченные конструкционные материалы. Спеченные антифрикционные материалы. Инструментальные материалы. Материалы и технология производства твердых сплавов. Сверхтвердые материалы. Износостойкие материалы. Высокопористые порошковые материалы. Фрикционные материалы. Материалы для электротехники и электроники. Жаропрочные и жаростойкие материалы. Дисперсно-упрочненные материалы. Композиционные материалы на основе тугоплавких соединений.

## **Раздел 6. Металлокомпозиционные материалы**

Общие представления о композитах Классификация композитов. Термодинамическая совместимость компонентов в композиционных материалах. Дисперсно-упрочненные, керметы. волокнистые, многослойные и направленно закристаллизованные композиты. Кинетика взаимодействия фаз в композитах.

## **Раздел 7. Композиты на полимерной основе**

Назначение. Классификация. Методы получения. Свойства. Области применения.

## **Раздел 8. Нанокompозиты, углерод-углеродные, керамические и гибридные композиционные материалы**

Классификация. Способы получения. Перспективы применения. Гибридные материалы. Принципы создания. Применение.

## **Раздел 9. Теоретические и прикладные проблемы процессов формирования покрытий**

Общая характеристика основных методов нанесения покрытий и модифицирования поверхности. Физико-химические основы процессов формирования покрытий. Технология и оборудование для нанесения покрытий. Эксплуатационные характеристики и методы контроля качества покрытий.

## **Список рекомендованных источников**

1. Арзамасов, Б.Н. Материаловедение: Учебник для вузов / Б.Н. Арзамасов, В.И. Макарова, Г.Г.Мухин. – М.: Изд-во МГТУ, 2005. - 648с.
2. Процессы порошковой металлургии: в 2 т. / Г.А. Либенсон, В.Ю. Лопатин, Г.В. Комарицкий. – М.: МИСиС, 2002.

3. Кудинов, В.В. Нанесение покрытий напылением. Теория, технология и оборудование / В.В. Кудинов, Г.В. Бобров. – М.: Металлургия, 1992.
4. Зимон, А.Д. Коллоидная химия / А.Д. Зимон, Н.Ф. Лещенко. – М.: Изд-во Агар, 2001.
5. Андриевский Р.А. Порошковое материаловедение / Р.А. Андриевский. – М.: Металлургия, 1991. - 205 с.
6. Анциферов, В.Н. Порошковая металлургия и напыленные покрытия / В.Н. Анциферов, Г. В. Бобров, Л. К. Дружинин и др. Под ред. Б.С. Митина. – М.: Металлургия, 1987. - 792 с.
7. Кипарисов, С. С. Порошковая металлургия / С. С. Кипарисов, Г. А. Либенсон. – М.: Металлургия, 1991. - 432 с.
8. Керамические материалы / Г. И. Масленникова, Р. А. Мамаладзе, С. Мидзута, К. Коумото. – М.: Стройиздат, 1991. - 320 с.
9. Материаловедение и технология металлов / Г.П. Фетисов и др. - 3-е изд. испр. и доп. – М.: Высшая школа. 2005. - 862 с.
10. Костиков В.И. Сверхвысокотемпературные композиционные материалы / В.И. Костиков, А.Н. Варенков. – М.: Интернет Инжиниринг. 2003. - 558 с.
11. Новые материалы и технологии. Экстремальные технологические процессы / М.Ф. Жуков и др.: ред.: М.Ф. Жуков, В.Е. Панин; Рос. Акад. Наук, Сиб. Отд-ние, Ин-т теплофизики. – Новосибирск: Наука, Сиб. Отд-ние, 1992. - 182 с.
12. Батаев А.А. Композиционные материалы: строение, получение, применение / А.А. Батаев, В.А. Батаев. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2002. - 383 с.
13. Бальшин, М.Ю. Основы порошковой металлургии / М.Ю. Бальшин, С.С. Кипарисов. – М.: Металлургия, 1978. - 195 с.
14. Кипарисов, С.С. Порошковая металлургия / С.С. Кипарисов, Г.А. Либенсон. – М.: Металлургия, 1991. - 432 с.
15. Андриевский, Р.А. Основы наноструктурного материаловедения / Р.А. Андриевский. – М.: Металлургия, 2012. - 205 с.
16. Порошковая металлургия. Материалы, технологии, свойства, области применения: справ. / И. М. Федорченко, И. И. Францевич, И. Д. Родомышльский и др. – Киев : Наукова думка, 1985. - 624 с.
17. Новые материалы. Под ред. Карабасова Ю.С. – М: «МИСИС», 2002. - 736 с.
18. Гусев, А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 416.
19. Кипарисов, С.С. Оборудование предприятий порошковой металлургии / С.С. Кипарисов, О.В. Падалко. – М.: Металлургия, 1988. - 448 с.
20. Керамические инструментальные материалы. Под ред. Г.Г. Гнесина. – Киев: Тэхника, 1991. - 388 с.
21. Роман, О.В. Справочник по порошковой металлургии: порошки, материалы, процессы. – Минск: Беларусь, 1986. - 160 с.
22. Федорченко, И.М. Композиционные спеченные антифрикционные материалы / И. М. Федорченко, Л. И. Пучина. – Киев: Наукова думка, 1980.- 404 с.
23. Крупин, А. В. Обработка металлов взрывом / А. В. Крупин, В. Я. Соловьев, Г. С. Попов, М. Р. Кръстев. – М.: Металлургия, 1991. - 419 с.

24. Васильев, В.В. Композиционные материалы: Справочник / В. В. Васильев, В. Д. Протасов, В. В. Болотин. – М.: Машиностроение, 1990.

25. Композиционные материалы : справ. / под ред. Д. М. Карпиноса. – Киев: Наукова думка, 1985. - 592 с.

26. Фридрихсберг, Д. А. Курс коллоидной химии / Д. А. Фридрихсберг. – Л.: Химия, 1984. -368 с.

Составитель программы:

А.Ф. Шиманский, д-р хим. наук, профессор.

Программа соответствует паспорту номенклатуры специальностей научных работников.