

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе

Драгунов В.К.

« 16 » июня

2015 г.



Программа аспирантуры

Направление 22.06.01 Технологии материалов

Направленность (специальность) 05.16.09 Материаловедение (по отраслям)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины по выбору

«Специальные вопросы материаловедения»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.1.1

Всего: 108 часов,

Семестр 1, в том числе

6 часов – консультация

84 часов – самостоятельная работа,

18 часов – контроль

Программа составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 22.06.01 Технология материалов, утвержденного приказом Минобрнауки России от 30 июля 2014 г. № 888, и паспорта специальности 05.16.09 Материаловедение, указанной в номенклатуре специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является изучение влияния особенностей строения, фазовых превращений и механизмов упрочнения на свойства материалов с целью дальнейшего применения этих знаний в профессиональной деятельности.

Задачами дисциплины являются:

- изучение особенностей строения и превращений, происходящих в двойных и тройных системах компонентов как в жидком, так и в твердом состояниях;
- ознакомление с физическими основами механизмов упрочнения и разрушения в сталях и сплавах;
- изучение современных методов исследования структуры материалов;
- изучение особенностей фазовых превращений в легированных сталях и сплавах;
- ознакомление с особенностями строения, методами получения, структурой и свойствами новых перспективных материалов.

В процессе освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

- способность и готовность 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);
- способность и готовность обрабатывать результаты научно-исследовательской работы, оформлять научно-технические отчеты, готовить к публикации научные статьи и доклады (ОПК-8);

– способность и готовность участвовать в проведении технологических экспериментов, осуществлять технологический контроль при производстве материалов и изделий (ОПК-12);

– способность и готовность анализировать двойные и тройные диаграммы равновесия различных типов (ПК-1);

– способность и готовность выявлять и анализировать причины и механизмы упрочнения, а также разрушения высокопрочных сплавов (ПК-2);

– способность и готовность анализировать фазовые превращения в легированных сталях и сплавах, происходящие при различных видах термической обработки (ПК-3);

– способность и готовность использовать новые перспективные материалы в научно-исследовательской работе (ПК-4);

– способность и готовность использовать современные методы исследования структуры и свойств материалов (ПК-5).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

Знать:

- диаграммы состояния системы с бинодальной кривой и ретроградным солидусом (ПК-1);

- диаграммы состояния с монотектоидным, метатектическим, монотектическим и синтектическим равновесием (ПК-1);

- виды изображений диаграмм тройных систем: пространственные диаграммы, изотермические и политермические разрезы и их свойства (ПК-1);

- физические основы механизмов упрочнения и разрушения высокопрочных сплавов (ПК-2);

- влияние легирующих элементов на превращения аустенита в сталях (ПК-3);

- механизмы промежуточного и бездиффузионного превращений (ПК-3);

- механизмы распада пересыщенного твердого раствора (ПК-3);

- методов получения фуллеренов и углеродных нанотрубок, их структура и свойства (ПК-4);

Уметь:

- правильно применять метод геометрической термодинамики к диаграммам равновесия (ОПК-5);
- использовать методы количественной металлографии к оценке объемной доли фаз, размера зерна (ОПК-8);
- применять методы оценки параметров дисперсных частиц (ПК-5);
- использовать методы определения плотности дислокаций (ОПК-12);

Владеть:

- методами расчетов, относящихся к механизмам упрочнения высокопрочных сплавов (ПК-2);
- знаниями о правилах отрезков и центра тяжести треугольника для анализа тройных диаграмм равновесия (ПК-1);
- принципами назначения режимы термической обработки для легированных сталей и сплавов (ПК-3).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

Двойные диаграммы состояний промышленных сплавов (20 часов)

Построение диаграмм состояния двойных систем методом термодинамического потенциала. Фазовые и структурные диаграммы состояния и их анализ. Темп кристаллизации. Неограниченная растворимость компонентов в жидком и твердом состояниях. Диаграммы состояния системы с бинодальной кривой и ретроградным солидусом. Особенности диаграмм равновесия на основе химических соединений: дальтонилов и бертоллидов. Моноотектоидное и метатектическое равновесия, диаграммы состояния на их основе. Диаграммы равновесия систем с ограниченной растворимостью компонентов в жидком состоянии: моноотектическое и синтектическое равновесия.

Тройные диаграммы состояния промышленных сплавов (5 часов)

Анализ диаграмм состояния тройных систем. Виды изображений диаграмм тройных систем: пространственные диаграммы, изотермические и политермические разрезы и их свойства.

Физические основы механизмов упрочнения и разрушения высокопрочных сплавов (35 часов)

Деформационное упрочнение сплавов. Факторы, определяющие сопротивление движению дислокаций. Теории деформационного упрочнения. Упрочнение твердых растворов при легировании. Теории блокировки дислокаций атмосферами атомов примесей и легирующих элементов. Зернограничное упрочнение. Зависимость сопротивления деформации скольжения от размера зерна. Субструктурное упрочнение. Дисперсионное упрочнение. Механизмы упрочнения когерентными и некогерентными частицами. Теории деформационного упрочнения сплавов с дисперсными выделениями. Разрушение металлов и сплавов: дислокационные модели зарождения микротрещин. Методы количественной металлографии. Метод расчета дисперсионного упрочнения. Методы определения плотности дислокаций.

Фазовые превращения в легированных сталях и сплавах (25 часов)

Особенности и механизмы образования аустенита при нагреве. Перекристаллизация стали. Структурная наследственность стали. Влияние легирующих элементов на рост зерна аустенита. Превращения переохлажденного аустенита. Влияние легирующих элементов на устойчивость переохлажденного аустенита и вид диаграммы распада переохлажденного аустенита. Механизмы промежуточного и бездиффузионного превращений. Мартенсит, образующийся в процессе упругой и пластической деформации. Превращения при отпуске легированных сталей: распад мартенсита, образование специальных карбидов и их коагуляция, распад остаточного аустенита, возврат и рекристаллизация матрицы и дисперсионное упрочнение. Старение сплавов. Структурные изменения при старении. Когерентные, полукogerентные и некогерентные выделения. Спинодальный распад и распад по механизму образования и выделения зародышей. Непрерывный и прерывистый (ячеистый) распад. Зоны, свободные от выделений. Стадии распада пересыщенного твердого раствора: образование зон Гинье-Престона, выделение промежуточных (метастабильных) и стабильных фаз.

Новые перспективные материалы (5 часов)

Фуллерены: структура, методы получения, свойства. Эндоэдральные структуры фуллеренов. Возможные пути использования фуллеренов. Углеродные нанотрубки: методы получения, структура, физические свойства. Практическое использование нанотрубок.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины:

1 семестр – дифференцированный зачет.

Вопросы для самоконтроля и проведения зачета

а) Вопросы для самоконтроля

1. На чем основан метод термодинамического потенциала?
2. В чем состоит отличие фазовых диаграмм равновесия от структурных?
3. Какие правила применяются для анализа двойных диаграмм состояния?
4. Что такое темп кристаллизации?
5. При каких условиях возможна ограниченная и неограниченная растворимость компонентов в жидком и твердом состояниях?
6. В чем состоят особенности диаграмм состояния систем с бинодальной кривой и ретроградным солидусом?
7. В чем состоят особенности диаграмм состояния на основе химических соединений: дальтонидов и бертоллидов?
8. Что такое монотектоидное и метатектическое равновесия? Каковы особенности диаграмм равновесия на их основе?
9. Что такое монотектическое и синтектическое равновесия? Каковы особенности диаграмм равновесия на их основе?
10. Какие правила применяются для анализа тройных диаграмм состояния?
11. Что представляет собой изотермический разрез тройной диаграммы состояния?
12. Что представляет собой политермический разрез тройной диаграммы состояния?
13. Что такое концентрационный треугольник?
14. На каких механизмах основано деформационное упрочнение сплавов?
15. Какие факторы увеличивают сопротивление движению дислокаций?
16. На каких механизмах основано упрочнение твердых растворов, в том числе упорядоченных?
17. Почему происходит увеличение прочности металла при уменьшении размера зерна?
18. Что такое субструктурное упрочнение?
19. На каких механизмах основано дисперсионное упрочнение?
20. На чем основаны дислокационные модели зарождения микротрещин?
21. На чем основаны методы количественной металлографии для оценки объемной доли фаз и размера зерна?
22. На чем основан метод расчета дисперсионного упрочнения?
23. На чем основаны методы определения плотности дислокаций?
24. На чем основаны особенности и механизмы образования аустенита при нагреве?
25. Что такое перекристаллизация стали?
26. Что такое структурная наследственность стали?

27. Каково влияние легирующих элементов на рост зерна аустенита и превращения аустенита при охлаждении?
28. На чем основаны механизмы промежуточного и бездиффузионного превращений?
29. На чем основаны механизмы образования мартенсита при упругой и пластической деформации?
30. Какие механизмы лежат в основе превращений сталей при отпуске?
31. Какие структурные превращения происходят в сплавах при естественном и искусственном старении?
32. Что такое спинодальный распад?
33. Что такое непрерывный распад?
34. Что такое прерывистый (ячеистый) распад?
35. Что такое фуллерены?
36. Каковы методы получения фуллеренов?
37. Какими свойствами обладают фуллерены?
38. Каковы особенности строения фуллеренов?
39. Каковы возможные пути использования фуллеренов?
40. Что такое углеродные нанотрубки?
41. Каковы методы получения углеродных нанотрубок?
42. Каковы особенности строения углеродных нанотрубок?
43. Какими свойствами обладают углеродные нанотрубки?
44. Каково практическое использование нанотрубок?

б) Вопросы, включенные в билеты для проведения зачета

1. Построение диаграмм состояния двойных систем методом термодинамического потенциала.
2. Фазовые и структурные диаграммы состояния и их анализ. Темп кристаллизации. Неограниченная растворимость компонентов в жидком и твердом состояниях.
3. Диаграммы состояния системы с бинодальной кривой и ретроградным солидусом.
4. Особенности диаграмм равновесия на основе химических соединений: дальтонилов и бертоллидов.
5. Монотектоидное и метатектическое равновесия, диаграммы состояния на их основе.
6. Диаграммы равновесия систем с ограниченной растворимостью компонентов в жидком состоянии: монотектическое и синтектическое равновесия.
7. Анализ диаграмм состояния тройных систем с помощью правила отрезков и центра тяжести треугольника.
8. Виды изображений диаграмм тройных систем: пространственные диаграммы, изотермические и политермические разрезы и их свойства.

9. Деформационное упрочнение сплавов. Факторы, определяющие сопротивление движению дислокаций.
10. Теории деформационного упрочнения.
11. Упрочнение твердых растворов при легировании. Теории блокировки дислокаций атмосферами атомов примесей и легирующих элементов.
12. Зернограничное упрочнение. Зависимость сопротивления деформации скольжения от размера зерна. Субструктурное упрочнение.
13. Дисперсионное упрочнение. Механизмы упрочнения когерентными и некогерентными частицами. Теории деформационного упрочнения сплавов с дисперсными выделениями.
14. Разрушение металлов и сплавов: дислокационные модели зарождения микротрещин.
15. Методы количественной металлографии для определения объемной доли фаз и размера зерна.
16. Метод расчета дисперсионного упрочнения.
17. Методы определения плотности дислокаций.
18. Особенности и механизмы образования аустенита при нагреве. Перекристаллизация стали. Структурная наследственность стали.
19. . Влияние легирующих элементов на рост зерна аустенита. Превращения переохлажденного аустенита. Влияние легирующих элементов на устойчивость переохлажденного аустенита и вид диаграммы распада переохлажденного аустенита.
20. Механизмы промежуточного и бездиффузионного превращений.
21. Мартенсит, образующийся в процессе упругой и пластической деформации.
22. Превращения при отпуске легированных сталей: распад мартенсита, образование специальных карбидов и их коагуляция, распад остаточного аустенита, возврат и рекристаллизация матрицы и дисперсионное упрочнение.
23. . Старение сплавов. Структурные изменения при старении. Когерентные, полукogerентные и некогерентные выделения.
24. Спинодальный распад и распад по механизму образования и выделения зародышей.
25. Непрерывный и прерывистый (ячеистый) распад.
26. Зоны, свободные от выделений при старении.
27. Стадии распада пересыщенного твердого раствора: образование зон Гинье-Престона, выделение промежуточных (метастабильных) и стабильных фаз.
28. Фуллерены: структура, методы получения, свойства. Эндоэдральные структуры фуллеренов. Возможные пути использования фуллеренов.
29. Углеродные нанотрубки: методы получения, структура, физические свойства. Практическое использование нанотрубок.

Критерии оценки за освоение дисциплины определены в Инструктивном письме И-23 от 14 мая 2012 г.

Рекомендуемая литература

Основная литература:

1. Новиков И.И. и др. Металловедение. Учебник. В 2-х томах. / Т.1.: Основы металловедения. – М.: Издательский Дом МИСиС, 2008. – 496 с. – 14 экз. в библиотеке МЭИ.
2. Новиков И.И. и др. Металловедение. Учебник. В 2-х томах./ Т.2.: Термическая обработка. Сплавы. – М.: Издательский Дом МИСиС, 2009. – 528 с. – 15 экз. в библиотеке МЭИ.
3. Поздняков В. А. Физическое материаловедение наноструктурных материалов : учебное пособие / В. А. Поздняков, Моск. гос. индустр. ун-т (МГИУ) . – М. : Изд-во МГИУ, 2007 . – 424 с. – 2 экз. в б-ке МЭИ
4. Солнцев, Ю. П., Е. И. Пряхин. Нанотехнологии и специальные материалы : учебное пособие для вузов по направлению 140140 "Техническая физика" Издательство: Химиздат, 2007 г. 176 с. – 1 экз. в библиотеке МЭИ.

Дополнительная литература:

5. Гольдштейн М.И., Литвинов В.С., Бронфин Б.М. Металлофизика высокопрочных сплавов. Изд-во М.: Металлургия. 1986. 312 с. – 2 экз. в б-ке МЭИ.