

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ
им. А.А. БАЙКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ И ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ И
СПЛАВОВ

Направление подготовки: 22.06.01 Технологии материалов

Направленность подготовки:

Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

Одобрено на заседании
Ученого совета ИМЕТ РАН
_____ 2017 г.
Протокол № _____

Москва 2017 год

Целью изучения дисциплины «*Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов*» является фундаментальная подготовка в области металловедения и термической обработки металлов и сплавов; изучение структуры и свойств металлов и сплавов, их химических, физических, технологических свойств и методов их оценки; освоение теоретических основ и технологий получения требуемых свойств различными видами термической обработки; формирование представлений о механизмах и закономерностях создания металлических сплавов; получение комплекса знаний о связи технологических параметров со структурой и свойствами материалов.

Задание №1

Реферат по одной из тем «Основы кристаллизации», «Фазовые и структурные превращения в металлах и сплавах», «Деформация и разрушение металлов»

Возможные темы рефератов:

1. Упрочнение сплавов
2. Фазовые превращения в металле/сплаве при нагреве.
3. Наноструктурирование металлов и сплавов
4. Кристаллизация металлов и сплавов

Задание № 2

Реферат по одному из методов химико-термической обработки.

Возможные темы рефератов:

1. Нитроцементация
2. Цинкование
3. Хромирование
4. Алитирование

Реферат должен быть оформлен в соответствии с требованиями, предъявляемыми к научным статьям (прежде всего это относится к обязательному цитированию, ссылкам на литературу с точным указанием источников, в том числе интернетных, и страниц в случае прямого цитирования, не содержать плагиата).

Тема реферата выдается преподавателем. При написании реферата следует исходить из того, что он представляет собой учебно-исследовательскую работу, главной задачей которой является изучение литературы по той или иной теме и основательное ознакомление с конкретной проблемой.

Автор реферата должен прежде всего разобраться в существующей литературе по вопросу, выделить основные подходы к решению поставленной проблемы, основные точки зрения на неё, привести аргументацию авторов или сторонников того или иного решения вопроса.

Обязательные составные части реферата:

1. Титульный лист.
2. Оглавление.
3. Введение.
4. Основная часть.
5. Заключение.
6. Список литературы.

Образец титульного листа приводится далее в приложении 1.

В оглавлении перечисляются названия всех структурных частей реферата с указанием соответствующих страниц, на которых начинается изложение данного раздела.

Во введении должна быть поставлена исходная проблема, разъяснён её смысл, обоснована её актуальность, перечислены основные задачи реферата. Всё дальнейшее изложение должно быть нацелено на решение поставленной во введении главной проблемы.

В заключении формулируются основные выводы (обобщения) из проведённого анализа. Содержание выводов должно быть обосновано всем предшествующим ходом мысли.

Список литературы составляется в соответствии с требованиями полного библиографического описания действующего ГОСТ (в том числе фамилия и инициалы автора, полное название работы, город, издательство, год, число страниц и т.д.). В случае использования текстов, размещённых в Интернете, необходимо указать имя автора материала, название материала и полный адрес страницы. Использование безымянных материалов не допускается.

Ссылки на источники (библиография) должны быть даны в виде постраничных сносок со сквозной нумерацией. В сноске (в том числе к цитатам) даётся полное описание источника (как в списке литературы) с обязательным указанием соответствующих номеров страниц.

Объём реферата определяется преподавателем. Шрифт Times New Roman, размер шрифта 12-14, цвет – чёрный, интервал – полуторный. Поля: слева – 3 см, снизу и сверху – 2 см, справа – 1 см.

Реферат должен быть сброшюрован.

Проверка подготовленного реферата проводится преподавателем

Контрольные вопросы к зачету
по темам «Строение металлов и сплавов»,
«Фазовые и структурные превращения в металлах и сплавах»

1. Типы химической связи в твердых телах. Твердые растворы замещения, внедрения и вычитания. Упорядоченные твердые растворы.
2. Электронные соединения, фазы Лавеса, σ -фазы, фазы внедрения.
3. Кристаллическое строение металлов. Дефекты кристаллического строения.
4. Диффузия.
5. Фазовые переходы.
6. Полиморфные превращения.
7. Фазовые превращения при нагреве. Бездиффузионное и диффузионное превращения. Правило Фаз. Диаграммы состояния двойных и тройных систем.
8. Распад пересыщенных твердых растворов. Типы выделений.
9. Упорядочение, зоны Гинье-Престона, промежуточные метастабильные фазы

Контрольные вопросы к зачету

по темам «Деформация и разрушение металлов»,
«Термическая и термомеханическая обработки»

1. Диаграммы деформирования моно- и поликристаллов.
2. Механизмы упругой и пластической деформации.
3. Деформационное упрочнение. Зернограничное упрочнение.
4. Наноструктурирование металлов и сплавов.
5. Упрочнение при образовании твердых растворов и при выделении избыточных фаз. Хрупкое и вязкое разрушение. Зарождение трещин.
6. Порог хладноломкости.
7. Строение изломов.
8. Ползучесть.
9. Релаксация напряжений.
10. Усталость.
11. Гомогенизационный отжиг. Изменение структуры и свойств сплавов при гомогенизационном отжиге.
12. Дорекристаллизационный и рекристаллизационный отжиг.
13. Отдых и полигонизация.
14. Рекристаллизация. Механизм зарождения центров рекристаллизации. Собирательная и вторичная рекристаллизация.
15. Закалка без полиморфного превращения. Изменение структуры и свойств при закалке.
16. Закалка с полиморфным превращением.
17. Термодинамика, механизм и кинетика мартенситного превращения.
18. Закаливаемость и прокаливаемость.
19. Отпуск. Изменение микроструктуры, субструктуры и фазового состава при отпуске. Обратимая и необратимая отпускная хрупкость.
20. Старение. Природа упрочнения при старении. Влияние температуры и продолжительности старения на механические и физические свойства сплавов. Перестаривание, ступенчатое старение.
21. Термомеханическая обработка. Динамическая полигонизация и динамическая рекристаллизация. Высокотемпературная и низкотемпературная термомеханическая обработка.

Промежуточная аттестация - кандидатский экзамен

Промежуточной аттестацией по дисциплине является кандидатский экзамен по научной специальности 05.16.01 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов», который также является формой промежуточной аттестации аспиранта.

Программа кандидатского экзамена по специальности 05.16.01 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов» разработана экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства образования Российской Федерации по металлургии и металловедению при участии «МАТИ» – Российского государственного технологического университета им. К.Э. Циолковского.

Программа кандидатского экзамена по специальности 05.16.01 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов» состоит из экзаменационных вопросов, в билет включается 3 вопроса.

Экзаменационные вопросы

1. Основные типы связи атомов в твердых телах. Металлическая связь. Электронное строение и физические свойства металлов. Поверхность Ферми и зоны Бриллюэна.

2. Твердые растворы замещения, внедрения и вычитания. Упорядоченные твердые растворы. Электронные соединения, фазы Лавеса, σ -фазы, фазы внедрения. Отклонения от закона Вегарда.

3. Правило фаз. Диаграммы состояния двойных и тройных систем с непрерывным рядом твердых растворов, с эвтектическими, перитектическими и монотектическими равновесиями, с конгруэнтно и инконгруэнтно плавящимися промежуточными фазами, с полиморфизмом компонентов. Термодинамический анализ диаграмм состояния. Отклонения от равновесия при кристаллизации сплавов в системах разного типа.

4. Основные типы кристаллических решеток. Элементарные ячейки. Индексы направлений и плоскостей в кристаллической решетке. Анизотропия свойств кристаллов.

5. Типы дефектов кристаллического строения. Точечные дефекты. Дислокации. Дефекты упаковки. Вектор Бюргерса. Плотность дислокаций. Скольжение и переползание дислокаций. Зарождение и размножение дислокаций, источник Франка—Рида. Сила Пайерлса—Набарро. Взаимодействие дислокаций между собой и с примесными атомами. Атмосферы Котрелла, Снука, Сузуки. Дислокационные сетки и малоугловые границы. Высокоугловые границы. Миграция границ и зернограничное проскальзывание. Двойники. Кристаллография и механизм деформационного двойникования.

6. Механизмы миграции атомов. Законы Фика. Коэффициент диффузии. Структурно-чувствительные процессы диффузии. Диффузия во внешних силовых полях.

7. Классификация фазовых и структурных превращений. Фазовые превращения I и II рода. Гомогенный и гетерогенный механизмы зарождения. Строение и механизм движения поверхностей раздела фаз. Сдвиговое (бездиффузионное) и нормальное (диффузионное) превращения. Термодинамический и кристаллографический анализ сдвигового (мартенситного) превращения. Механизм и кинетика сдвиговых и нормальных превращений. Эвтектоидное превращение. Механизм и кинетика эвтектоидного превращения. Диаграммы фазовых превращений (термокинетические, изотермические и др.).

8. Упорядочение твердого раствора. Дальний и ближний порядок. Изменение свойств сплавов при упорядочении. Образование и распад метастабильных фаз. Распад пересыщенного твердого раствора. Спинодальный распад. Термодинамика образования промежуточных фаз. Структурные изменения при старении (кластеры, зоны Гинье—Престона, промежуточные метастабильные фазы, модулированные структуры). Когерентные, частично когерентные и некогерентные выделения. Формы выделений. Непрерывный и прерывистый распад.

9. Виды технологии литейного производства. Структура и свойства жидких металлов. Гомогенное и гетерогенное зарождение кристаллов, критический размер зародыша. Концентрационное переохлаждение. Эвтектическая кристаллизация. Влияние скорости кристаллизации на строение сплавов. Строение металлического слитка. Модифицирование структуры литых сплавов. Образование метастабильных фаз при кристаллизации. Бездиффузионная кристаллизация. Металлические стекла. Методы получения монокристаллов из расплава. Металлургия гранул.

10. Способы обработки металлов давлением. Влияние температуры, схемы и степени

деформации на сопротивление деформации, структуру и свойства металлов и сплавов.

11. Виды сварки металлов и сплавов. Структура и свойства сварных соединений.

12. Классификация видов термической обработки. Гомогенизационный отжиг. Изменение структуры и свойств сплавов при гомогенизационном отжиге.

13. Дорекристаллизационный и рекристаллизационный отжиг. Отдых. Полигонизация. Первичная, собирательная и вторичная рекристаллизация. Механизм и кинетика отдыха, виды полигонизации и рекристаллизации, влияние на них предшествующей пластической деформации, примесей, температуры и продолжительности отжига. Параметры полигонизованной и рекристаллизованной структур. Критическая степень деформации. Диаграммы рекристаллизации. Закономерности и природа изменения механических и физических свойств при отжиге после холодной деформации. Текстура деформации, первичной, собирательной и вторичной рекристаллизации, механизм ее образования. Анизотропия свойств текстурованных металлов.

14. Отжиг для уменьшения остаточных напряжений. Механизм снижения остаточных напряжений при нагревании.

15. Фазовые превращения при нагреве. Структурная наследственность.

16. Закалка без полиморфного превращения. Изменение структуры и свойств при закалке.

17. Закалка с полиморфным превращением. Микроструктура и субструктура мартенсита. Упрочнение и изменение пластичности при закалке на мартенсит. Критическая скорость охлаждения при закалке, прокаливаемость.

18. Бейнитное превращение. Строение бейнита. Изотермическая закалка.

19. Старение. Природа упрочнения при старении. Влияние температуры и продолжительности старения на механические и физические свойства сплавов. Перестаривание, ступенчатое старение. Влияние температуры нагрева под закалку и скорости охлаждения на формирование структуры и свойств сплавов при старении.

20. Отпуск. Изменение микроструктуры, субструктуры и фазового состава при отпуске. Обратимая и необратимая отпускная хрупкость.

21. Термомеханическая обработка. Структурные изменения при пластической деформации. Динамическая полигонизация и динамическая рекристаллизация. Возврат и рекристаллизация после горячей деформации.

22. Высокотемпературная и низкотемпературная термомеханическая обработка. Термомеханическая обработка дисперсионно-твердеющих сплавов.

23. Химико-термическая обработка. Элементарные процессы при химико-термической обработке. Структура диффузионных слоев и ее связь с диаграммой состояния.

24. Азотирование, цементация, нитроцементация, алитирование, хромирование, борирование, сульфидирование, силицирование. Термоводородная обработка.

25. Современное оборудование для закалки, отжига, отпуска, химико-термической и других видов термической обработки сталей и сплавов.

26. Агрегаты непрерывного отжига и закалки. Автоматизация полного цикла термической обработки.

27. Способы достижения высоких скоростей нагрева и охлаждения изделий при термической обработке. Внутренние напряжения и деформация изделий при термической обработке. Нагрев при термической обработке изделий в защитных средах и вакууме.

28. Дефекты термической обработки. Газонасыщение и его влияние на структуру и свойства сплавов. Методы борьбы с поводками и короблением.

29. Диаграммы деформирования моно- и поликристаллов, многофазных сплавов. Механизмы упругой и пластической деформации. Деформационное упрочнение, влияние на него температуры и скорости деформации. Теория предела текучести.

30. Способы обработки металлов давлением. Влияние температуры, схемы и степени деформации на сопротивление деформации, структуру и свойства металлов и сплавов.

31. Диаграммы деформирования моно- и поликристаллов, многофазных сплавов.

Механизмы упругой и пластической деформации. Деформационное упрочнение, влияние на него температуры и скорости деформации. Теория предела текучести. Эффект Баушингера. Упрочнение при образовании твердых растворов и при выделении избыточных фаз (когерентных и некогерентных).

32. Способы обработки металлов давлением. Влияние температуры, схемы и степени деформации на сопротивление деформации, структуру и свойства металлов и сплавов.

33. Влияние размера зерна на механические свойства. Сверхпластичность. Неупругость.

34. Хрупкое и вязкое разрушение. Схемы зарождения трещин. Распространение трещин при хрупком и вязком разрушении. Природа хладноломкости. Порог хладноломкости. Строение изломов.

35. Ползучесть. Механизмы и стадии ползучести. Релаксация напряжений. Кратковременная и длительная прочность. Влияние состава и структуры сплавов на ползучесть.

36. Усталостная прочность. Диаграммы усталости. Механизм усталости. Факторы, влияющие на усталостную прочность. Контактная усталость. Износ.

37. Методы изучения микроструктуры. Световая микроскопия. Методы количественной металлографии. Электронная микроскопия (метод реплик, дифракционная микроскопия разных видов фольги, сканирующая микроскопия, микродифракция). Рентгеноструктурный и электронно-графический анализ. Микрорентгеноспектральный анализ. Локальный анализ состава по электронным спектрам.

38. Методы измерения физических свойств (термический анализ, калориметрия, dilatометрия, измерение плотности, резистометрия, магнитный анализ и др.). Методы определения коррозионных свойств.

39. Механические свойства металлов и сплавов. Методы их измерения. Статические и динамические испытания. Испытания на ползучесть, длительную прочность и релаксацию напряжений. Усталостные испытания.

40. Стали. Классификация сталей по структуре, составу, назначению. Чугуны и их классификация. Модифицирование чугунов.

41. Алюминий и его сплавы. Титан и его сплавы. Медь и ее сплавы. Никель и его сплавы. Магний и его сплавы. Сплавы на основе тугоплавких металлов.

42. Сплавы с особыми физическими свойствами: высоким и низким электросопротивлением, магнитно-твердые и магнитно-мягкие стали и сплавы, сплавы с особыми упругими и тепловыми свойствами. Сверхпроводящие сплавы. Сплавы с эффектом запоминания формы и сверхупругости.

Литература для подготовки по дисциплине

Основная литература

1. Колачев Б.А., Елагин В.И., Ливанов В.А. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов: Учебник для вузов. М.: Изд-во МИСиС, 2005.
2. Горелик С.С., Добаткин С.В., Капуткина И.С. и др. Рекристаллизация металлов и сплавов. М.: МИСиС, 2005.
3. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. Учебное пособие. М.: Академия, 2005.
4. Гуляев А.П. Металловедение: Учебник для вузов. М.: Металлургия, 1986
5. Новиков И.И. Теория термической обработки металлов. Учебник для вузов. М.: Металлургия, 1986.

6. Новиков И.И., Розин К.М. Кристаллография и дефекты кристаллической решетки: Учебник для вузов. М.: Металлургия, 1990.
7. Терентьев Е.В., Петухов А.Н. Усталость высокопрочных металлических материалов. –М.: ИМЕТ РАН – ЦИАМ, 2013.-515с.:ил.

Дополнительная литература

1. Золотаревский В.С. Механические свойства металлов. М.: Изд-во МИСиС, 1998.
2. Новиков И.И., Строганов Г.Б., Новиков А.И. Металловедение, термическая обработка и рентгенография. М.: Изд-во МИСиС, 1994.
3. Гудремон Э. Специальные стали (в 2х т.). М. Металлургия, 1966.
4. Металловедение и термическая обработка стали. Справочник. В 3х т. / Под ред. Бернштейна М.Л. и Рахштадта А.Г. М.: Металлургия, 1983.
5. Технология термической обработки цветных металлов и сплавов: Учебное пособие для вузов / Б.А. Колачев и др. М.: Металлургия, 1980.
6. Ильин А.А. Механизм и кинетика фазовых и структурных превращений в титановых сплавах. М.: Наука, 1994.
7. Гольдштейн М.И. Специальные стали. Учебник для вузов. М.: Металлургия, 1985.
8. Ржевская С.В. Материаловедение. Учебник для вузов. М.: Логос, 1985.
9. Физическое материаловедение / Под ред. Р.У. Кана и П. Хаазена. М. Металлургия, 1987.
10. Журналы «Металловедение и термическая обработка металлов».

Методические материалы разработала:

С.н.с., доцент
к.т.н.

Е.В. Тодорова

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ
им. А.А. БАЙКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУКИ

РЕФЕРАТ
по дисциплине
«Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»

(Тема реферата)

Направление подготовки 22.06.01 – Технологии материалов

Направленность подготовки:
Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

Выполнил: аспирант

ФИО

подпись

Проверил: _____
должность, уч. степень, уч. звание преподавателя

ФИО

подпись

Москва 20 ____