

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Рыбинский государственный авиационный технический университет
имени П. А. Соловьева»

Направление подготовки

22.06.01 Технологии материалов

Кафедра материаловедения, литья, сварки

ПРОГРАММА

вступительного экзамена по специальности
05.16.01 Металловедение и термическая обработка
металлов и сплавов (технические науки)

Рыбинск, 2015

Введение

В основу настоящей программы положены следующие дисциплины: Металловедение. Технология конструкционных материалов, физика и химия материалов (раздел металлические материалы), кристаллография и дефекты кристаллического строения, теория и технология термической обработки, теория гетерогенных сред, моделирование материалов, физические методы исследования, механические свойства металлов.

Программа разработана на основе типовой программы, разработанной экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства образования Российской Федерации по металлургии и металловедению при участии «МАТИ» - Российского государственного технологического университета им. К.Э. Циолковского и государственного образовательного стандарта по специальностям Металловедение и термическая обработка, Материаловедение и технологии новых материалов.

Строение металлов и сплавов

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

Твердые растворы замещения, внедрения и вычитания. Упорядоченные твердые растворы. Электронные соединения, фазы Лавеса, κ -фазы, фазы внедрения. Отклонения от закона Vegarda,

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,

Кристаллическое строение и его дефекты

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

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 зерно граничное проскальзывание. Двойники. Кристаллография и механизм деформационного двойникования,

Фазовые и структурные превращения в металлах и сплавах в твердом состоянии

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

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.).

Упорядочение твердого раствора. Дальний и ближний порядок. Изменение свойств сплавов при упорядочении. Образование и распад мета стабильных 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.

Металлургические процессы получения полуфабрикатов и изделий

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. Metallургия гранул.

Способы обработки металлов давлением. Влияние тем]юра туры, схемы и степени деформации па сопротивление деформации, структуру и свойства металлов и сплавов.

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

Термическая обработка

Классификация видов термической обработки.

Гомогенизационный отжиг. Изменение структуры и свойств сплавов при гомогенизационном отжиге.

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 пол и гон изо ванной и рекристаллизованной структур. Критическая степень деформации, Диаграммы рекристаллизации. Закономерности и природа изменения механических и физических свойств при отите после холодной деформации. Текстура деформации, первичной, собирательной и вторичной рекристаллизации, механизм ее образования. Анизотропия свойств текстурированных металлов,

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

Фазовые превращения при нагреве. Структурная наследственность.

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

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

Бейнитное превращение. Строение бейнита. Изотермическая закалка.

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 па формирование структуры и свойств сплавов при старении.

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

Термомеханическая обработка. Химико-термическая обработка

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

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

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

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

Технология термической обработки

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

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

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.

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

Упругая и пластическая деформации. Разрушение

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).

Влияние размера зерна на механические свойства. Сверхпластичность. Неупругость.

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

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

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

Методы исследования и контроля структуры и свойств металлов

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.

Методы измерения физических свойств (термический анализ, калориметрия, dilatометрия, измерение плотности, решето метрик, магнитный анализ и др.)

Методы определения коррозионных свойств.

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

Промышленные сплавы (основы легирования и термической обработки, свойства, области применения)

Чугуны. Классификация чугунов по структуре, составу, назначению.

Модифицирование чугунов

Стали. Классификация сталей по структуре, составу, назначению.

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.

Наноматериалы

Композиционные материалы

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.

Основная литература

1. Материаловедение: Учебник для вузов / Б. Н. Арзамасов, В. И. Макарова, Г. Г. Мухин и др.; Под общей ред. Б.Н. Арзамасова, Г. Г. Мухина 3-с изд., перераб. и доп. М.: Изд-во МТГУ им. Н.Э. Баумана, 2001, 424 с.
2. Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов. Учебник для Вузов / Колачев Б.А., Елагин В.И., Ливанов В.А.М.: МИСИС, 2001.-116 с.
3. Гуляев А.П. Металловедение: Учебник для вузов. М.: Металлургия, 1986.
4. Новиков И.И., Роз и и К.М. Кристаллография и дефекты кристаллической решетки: Учебник для вузов. М.: Металлургия, 1990,- 232 с,
5. Новиков И.И. Теория термической обработки металлов. Учебник для вузов. М.: Металлургия, 1992. 328 с.
6. Золотаревский В.С. Механические свойства металлов. М.: Изд- во МИСиС. 1998. 384 с.
7. Каблов Е.Н. Литые лопатки газотурбинных двигателей (сплавы, технологии, покрытия).- М.: Москва.-МИСиС, 2001.-632 с.
8. Ю.И. Головин. Введение в нанотехнику.-М.:Машиностроение,- 2007.-496

Дополнительная литература

1. Ляпунов А.И. Оборудование термических цехов., Мл Металлургия, 2002.- 304с
2. Новые материалы. Коллектив авторов под научной редакцией Ю.С. Карабасова.-М.:МИСИС.-2002.-736с.
3. Технология термической обработки цветных металлов и сплавов: Учебник для вузов Б.А. Колачев и др. М.: Металлургия, 1992. -312 с/
4. Лившиц Б.Г., Крапошин В.С., Липецкий Я.Л. Физические свойства металлов и сплавов. М.; Металлургия, 1980. 246 с