

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА»
(НГТУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе



А.А. Куркин
_____ А.А. Куркин

30 мая
_____ 2022 г.

ПРОГРАММА

вступительных испытаний по специальной дисциплине
для поступающих в аспирантуру

**Научная специальность: 2.6.1. «Металловедение и термическая
обработка металлов и сплавов»**

Нижний Новгород, 2022

Программа вступительного испытания по специальной дисциплине разработана в соответствии с паспортом научной специальности 2.6.1.

Вопросы к вступительному испытанию в аспирантуру по научной специальности 2.6.1

Введение

В основу настоящей программы положены следующие дисциплины: 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.

1. Фазы и фазовые равновесия.

Типичные кристаллические решетки металлов. Кристаллографические плоскости и направления с наибольшей плотностью упаковки атомов в кубической и гексагональных решетках. Твердые растворы замещения, внедрения и вычитания. Электронные соединения, фазы Лавеса, фазы внедрения. Правило фаз. Диаграммы состояния двойных систем. Правило рычага. Диаграмма состояния железо-углерод. Диаграммы состояния тройных систем.

2. Дефекты кристаллического строения.

Классификация дефектов. Вакансии, подвижность вакансий и самодиффузия. Дислокации, взаимодействие дислокаций, поперечное скольжение и переползание. Дефекты упаковки. Сегрегации примесей на дислокациях и дефектах упаковки. Строение границ зерен и субзерен. Решетка узлов совпадения. Миграция границ, влияние на нее примесей и включений.

3. Фазовые и структурные превращения в сплавах.

Возврат и рекристаллизация. Первичная собирательная и вторичная рекристаллизация. Динамическая рекристаллизация. Текстуры рекристаллизации. Кристаллизация расплава, гомогенное и гетерогенное зарождение кристаллов. Кривые Таммана. Макро и микроструктура литого металла. Модифицирование. Ликвация. Эвтектическая кристаллизация, строение эвтектик. Бездиффузионная кристаллизация. Зарождение при фазовых превращениях в твердом состоянии, взаимная ориентировка фаз, принцип структурного и размерного соответствия. Строение и механизм движения межфазной границы при росте кристаллов в твердом состоянии, сдвиговое и нормальное превращение. Особенности мартенситного превращения. Фазовые переходы I и II рода. Упорядочение. Фазовые превращения при нагреве, растворение частиц второй фазы, гомогенизация. Особенности превращений при быстром нагреве. Фазовое состояние и микроструктура основных групп углеродистых и легированных сталей и

чугунов. Микроструктура и применение сплавов на основе меди, алюминия, титана, магния, никеля.

4. Физические свойства металлов.

Классификация физических свойств по их структурной чувствительности. Тепловые свойства. Термический анализ и его применение. Термическое расширение. Дилатометрическое исследование фазовых превращений. Упругие свойства. Неупругость. Механизмы внутреннего трения. Применение метода внутреннего трения. Магнитные и электрические свойства. Применение магнитных и электрических методов для изучения фазовых равновесий, изменений микроструктуры и превращений в сплавах.

5. Механические свойства металлов.

Упругая и пластическая деформация. Коэффициенты и модули упругости. Способы определения упругих констант. Системы скольжения в кубических и гексагональных металлах, Диаграммы деформации моно-и поликристаллов. Механизмы пластической деформации. Теории упрочнения при деформации. Упрочнение в твердых растворах. Упрочнение второй фазы. Влияние границ зерен и субзерен на упрочнение в поликристалле. Зависимость механических свойств от состава в двойных системах. Разрушение. Механизмы хрупкого и вязкого разрушения и строение изломов. Переход от вязкого разрушения к хрупкому. Хладноломкость. Стандартные методы механических испытаний. Испытания на растяжение и сжатие. Истинные диаграммы деформации. Испытания на изгиб и кручение —области применения. Характеристики твердости. Ударная вязкость. Характеристики пластичности и вязкости разрушения. Конструктивная прочность. Жаропрочность. Испытания на ползучесть и релаксацию напряжений. Механизмы деформации и разрушения при ползучести. Длительная прочность. Требования к структуре сплавов с высокой жаропрочностью. Усталость, структурные механизмы. Влияние среды на процессы разрушения.

6. Основы термической обработки.

Классификация видов термической обработки. Гомогенизационный отжиг. Рекристаллизационный отжиг. Отжиг для уменьшения остаточных напряжений. Закалка, старение и отпуск. Термомеханическая обработка. Химико-термическая обработка. Сущность и назначение каждого вида термической обработки, основные закономерности изменения структуры и свойств.

7. Методы изучения микроструктуры и фазового состояния.

Световая и электронная микроскопия (растровая и просвечивающая). Методы локального химического анализа. Рентгенографический и электроннографический фазовый анализ. Методы неразрушающего контроля.

Список литературы

1. Арзамасов Б.Н., Макарова В.И., Мухин Г.Г. и др. Материаловедение, М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001, 648 с.
2. Абраимов Н.В., Елисеев В.С., Крылов В.В. Авиационное материаловедение и технология обработки металлов. /Под ред. Н.В. Абраимова. – М.: Высшая школа, 1998. 444 с.
3. Геллер Ю.А., Рахштадт А.Г. Материаловедение. – М.: Metallurgy, 1989. 456 с.
4. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение. – М.: Машиностроение, 1990. 528 с.
5. Гуляев А.П. Металловедение. – М.: Metallurgy, 1986. 542 с.
6. Фетисов Г.П., Карпман М.Г., Матюнин В.М. и др. Материаловедение и технология металлов. /Под ред. Фетисова Г.П. М.: Высшая школа, 2001, 640 с
7. Гольдштейн М.И., Грачев С.В., Векслер Ю.Г. Специальные стали. – М.: Изд-во «МИСИС», 1999. 408 с.
8. Григорович В.К. Металлическая связь и структура металлов. – М.: Наука, 1988. 296 с.
9. Ильин А.А. Механизм и кинетика фазовых и структурных превращений в титановых сплавах. – М.: «Наука», 1994. 304 с.
10. Новиков И.И., Розин К.М. Кристаллография и дефекты кристаллической решетки. М.: Metallurgy, 1990. 336 с.
11. Новиков И.И. Теория термической обработки металлов. М.: Metallurgy, 1986. 480 с.
12. Золоторевский В.С. Механические свойства металлов. – М.: МИСИС, 1998. 400 с.
13. Кулезнев В.Н., Шершнева В.А. Химия и физика полимеров. – М.: Высшая школа, 1988. 312с.
14. Лифшиц Б.Г. Металлография. – М.: Metallurgy, 1990. 236 с.
15. Партон В.З. Механика разрушения. От теории к практике. – М.: Наука, 1990. 179 с.
16. Иванова В.С., Баланкин А.С., Бунин И.Ж., Оксогоев А.А. Синергетика и фракталы в материаловедении. – М.: Наука, 1994. 384 с.
17. Шмитт-Томас К.Г. Металловедение для машиностроения. – М.: Metallurgy, 1995. 512 с.
18. Колачев Б.А., Елагин В.И., Ливанов В.А. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов. – М.: Изд-во «МИСИС», 1999. 416 с.