

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМПЕРАТРИЦЫ ЕКАТЕРИНЫ II**

**ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
«МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»**

Конкурсная группа:

2.6.17. Материаловедение

Научные специальности:

2.6.17. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2024**

Программа вступительного испытания по специальной дисциплине, соответствующая научной специальности 2.6.17. Материаловедение, разработана на основании федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования уровней магистратуры и специалитета, одобрена на Совете механико-машиностроительного факультета.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРОГРАММЕ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

Основной целью вступительного испытания в аспирантуру по специальной дисциплине является выявление компетенций в различных областях, таких как:

- понимание методологических основ дисциплины;
- знание общих закономерностей электронного и атомного строения металлов и сплавов;
- знание основ теории дефектов кристаллического строения;
- знание механизмов и кинетики фазовых и структурных превращений в металлах и сплавах в твердом состоянии;
- знание видов термической обработки, режимов их проведения и происходящих при этом фазовых или структурных превращениях;
- знание основных разновидностей термомеханической обработки, режимов ее проведения и влияния на структуру и свойства сталей и сплавов;
- знание основных разновидностей химико-термической обработки, режимов ее проведения и влияния на структуру и свойства поверхностных слоев сталей и сплавов;
- знание технологии и современного оборудования для закалки, отжига, отпуска и других видов термической обработки сталей и сплавов;
- знание углеродистых, специальных сталей и сплавов, титана, меди, алюминия и их сплавов;
- знание механических свойств металлов;
- знание неметаллических материалов.

СОДЕРЖАНИЕ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

На вступительном испытании соискатель должен продемонстрировать основные компетенции, сформированные в результате освоения учебной дисциплины «Теория и технология термической и химико-термической обработки» и смежных с ними дисциплин в высшем учебном заведении при обучении по программам специалитета, магистратуры.

СТРУКТУРА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Вступительное испытание включает:

- 1) Устные ответы на три вопроса из списка вопросов для вступительного испытания.
- 2) Беседа с членами экзаменационной комиссии по вопросам, связанным с научным исследованием соискателя.

1. РАЗДЕЛЫ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ, РАССМАТРИВАЕМЫЕ В ХОДЕ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Раздел 1. 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, сигма-фазы, фазы внедрения.

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.

Раздел 2. Дефекты кристаллического строения

Основные типы кристаллических решеток. 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.

3. Фазовые и структурные превращения в металлах и сплавах в твердом состоянии

Механизмы миграции атомов. Законы Фика. Коэффициент диффузии. Структурно чувствительные процессы диффузии. 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 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.

4. 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.

5. Термическая обработка

Классификация видов термической обработки.

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

Дорекристаллизационный и рекристаллизационный отжики. Отдых.

Полигонизация. Первичная, собирательная и вторичная рекристаллизация. Механизм и кинетика отдыха, 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. Анизотропия свойств текстурованных 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 на 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 на формирование структуры и свойств сплавов при старении.

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

6. 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.

7. Углеродистые стали, специальные стали

Влияние примесей и газов на свойства стали. Конструкционная сталь общего назначения. Инструментальная сталь. Холоднокатаная сталь.

Конструкционные легированные стали. Хрупкость, улучшение. Стали для

пружин. Шарикоподшипниковые стали. Пороки легированных сталей. Причины образования дефектов, их устранение.

Инструментальные стали. Штамповые стали. Быстрорежущие стали.

Нержавеющие стали. Хромистые стали. Коррозия и коррозионное растрескивание. Высокопрочные стали аустенитного класса. Жаростойкие и жаропрочные стали и сплавы.

Износостойкие стали и сплавы.

8. Титан, алюминий медь и их сплавы

Титан и его свойства, модификации. Влияние примесей. Легирование. Промышленные сплавы. Коррозионная стойкость титана и его сплавов.

Алюминий и его свойства. Сплав с медью. Влияние постоянных примесей. Механизм старения. Влияние легирующих элементов. Деформируемые алюминиевые сплавы. Дюралюминий. Силумин.

Медь и ее свойства. Сплавы меди с цинком, оловом, алюминием.

9. Механические свойства металлов

Напряженное и деформированное состояние. Нормальные и касательные напряжения, схемы. Удлинения и сдвиги. Упругая, пластическая деформации. Скольжение и двойникование.

Остаточные напряжения, причины возникновения и методы контроля, хрупкое и вязкое состояние при разрушении металлов.

Статические испытания. Испытания на растяжение. Испытания на изгиб, кручение. Твердость металла и определение твердости.

Динамические испытания. Испытания на усталость. Испытания на ползучесть и длительную прочность.

Определение износа, его типы и механизмы, факторы, определяющие износ.

10. Неметаллические материалы в машиностроении

Классификация полимерных материалов. Пластические массы, классификация и свойства. Старение и стойкость пластмасс.

Композиционные конструкционные и антифрикционные материалы. Химическое строение, процессы отверждения и свойства полимерных матриц. Армирующие материалы, структура и свойства, технологии изготовления.

Силикатные материалы. Виды стёкол. Стеклокристаллические материалы. Керамика, свойства, состав, применение.

Лакокрасочные и клеящие материалы. Классификация лакокрасочных материалов, технология нанесения покрытий. Классификация клеящих материалов, природа, состав, применение в машиностроении, методы испытания клеевых соединений.

РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Основная литература

1. Солнцев, Ю.П. Материаловедение: Учебник для вузов. Изд. 4-е, перераб. и доп. / Солнцев Ю.П., Пряхин Е.И. - СПб.: ХИМИЗДАТ, 2007. - 784 с.
2. Гуляев, А.П. Металловедение. Учебник / А.П. Гуляев. - М.: ЁЁ Медиа, 2012. - 541 с.
3. Новиков, И.И. Кристаллография и дефекты кристаллической решетки. Учебник / И.И. Новиков, К.М. Розин. - М.: URSS, 2021. - 336 с.
4. Новиков, И.И. Теория термической обработки металлов. Учебник / И.И. Новиков. - М.: URSS, 2021. - 480 с.

Дополнительная литература

1. Новиков, И.И. Металловедение, термическая обработка и рентгенография / И.И. Новиков, Г.Б. Строганов, А.И. Новиков. - М.: МИСиС, 1994. - 479 с.
2. Колачев, Б.А. Металловедение и термической обработки цветных металлов и сплавов: Учебник для вузов/ Б.А. Колачев, В.И. Елагин, В.А. Ливанов. - М.: МИСИС, 2005. - 271 с.
3. Арзамасов, Б.Н. Материаловедение: Учебник для вузов. Под общей редакцией Арзамасова Б.Н., Мухина Г.Г. / Б.Н. Арзамасов [и др.]. - 8-е изд., перераб. и доп. - М.: Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. - 648 с.
4. Пряхин Е.И. Материаловедение [Электронный ресурс] : учебник / Е.И. Пряхин. – Электрон. текстовые данные. – СПб. : Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2014. – 424 с. – 978-5-94211-699-6. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71696.html>
5. Солнцев, Ю.П. Специальные материалы в машиностроении / Ю.П. Солнцев, Е.И. Пряхин, В.Ю. Пириайнен. – М.: Лань, 2023. – 664с.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

Библиотеки

| | |
|---|--|
| Библиотека Горного университета | www.spmi.ru/node/891 |
| Российская государственная библиотека | www.rsl.ru |
| Российская национальная библиотека | www.nlr.ru |
| Библиотека Академии наук | www.rasl.ru |
| Библиотека по естественным наукам РАН | www.benran.ru |
| Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ) | www.viniti.ru |
| Государственная публичная научно-техническая библиотека | www.gpntb.ru |
| Научная библиотека Санкт-Петербургского государственного университета | www.geology.pu.ru/library/ |
| Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU | elibrary.ru |

Специальные интернет-сайты

| | |
|---|--|
| Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» | window.edu.ru/window/library?p_rubr=2.2.74.9 |
|---|--|