



ВНИИНМ
РОСАТОМ

Акционерное общество
«Высокотехнологический научно-исследовательский институт
неорганических материалов имени академика А.А. Бочвара»
(АО «ВНИИНМ»)

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

АО «ВНИИНМ»

Л.А. Карпюк

2022 г.



ПРОГРАММА

ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

2.6.1 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

(технические науки)

Москва 2022

В основу программы положены следующие вузовские дисциплины: основы и проблемы науки в области материаловедения и технологии материалов; методы структурного анализа в материаловедении; материаловедение и технология материалов атомной техники

I. Основы науки в области металловедения и технологии металлов

1. Строение твердых металлов и сплавов.
2. Основные типы структур в металлических кристаллах. Особенности строения реальных кристаллов. Природа границ зерен в кристаллах.
3. Типы межатомной связи в фазах металлических сплавов. Характеристики сил межатомной связи в металлах и промежуточных фазах. Связь сил межатомного взаимодействия с физическими свойствами.
4. Твердые растворы замещения, внедрения и вычитания. Упорядоченные твердые растворы. Электронные соединения, фазы Лавеса, фазы внедрения.
5. Структура жидких металлов и сплавов. Энергетические условия кристаллизации. Механизм образования зародышей новой фазы.
6. Гомогенное и гетерогенное зародышеобразование в расплавах. Влияние поверхностно-активных веществ и инородных кристаллов на процесс зародышеобразования. Структура межфазной границы кристалл-жидкость.
7. Неравномерная кристаллизация. Ликвация. Образование метастабильных фаз. Влияние поверхностно-активных веществ, инородных кристаллов, перемешивания и газовых пузырьков на рост кристаллов.
8. Перераспределение легирующих элементов и примесей сплава при кристаллизации. Образование усадочной раковины, неоднородность микроструктуры.

II. Структурные изменения в металлах и сплавах в твердом состоянии

1. Полиморфные и магнитные превращения, структурные изменения в металлах при механическом воздействии.
2. Поведение металлов при пластической деформации, механизмы скольжения и двойникования. Образование текстуры.

3. Разупрочнение деформированных металлов при нагреве путем отжига и рекристаллизации, структурные изменения при рекристаллизации. Диаграммы рекристаллизации металлов после холодной пластической деформации.

4. Структурные изменения при горячей пластической деформации металлов.

5. Гомогенизация и рост зерен твердого раствора, упорядочение твердых растворов. Полиморфные и магнитные превращения, распад пересыщенных твердых растворов.

6. Структурные изменения в двойных сплавах в твердом состоянии.

7. Метастабильные структуры в стали после термообработки. Характеристики материала после отжига: структура, размер зерна, химическая неоднородность, текстура.

8. Методы качественного и количественного фазового анализов.

III. Механические и технологические свойства металлов и сплавов

1. Температурные зависимости механических свойств монокристаллов и поликристаллических металлов. Характеристики прочности и жаропрочности металлов с гранецентрированной кубической, гексагональной плотноупакованной и кубической объемно-центрированной решетками.

2. Температурные зависимости показателей прочности и жаропрочности промежуточных фаз и их механические свойства. Температурный порог хрупкости промежуточных фаз.

3. Упрочнение твердых растворов замещения и внедрения при легировании. Механизмы торможения дислокаций в твердых растворах. Диаграммы состав-прочность и состав-жаропрочность для систем с непрерывными рядами твердых растворов. Упрочнение граничных твердых растворов когерентными и некогерентными выделениями.

4. Требования к структуре высокопрочных и жаропрочных сплавов. Выбор легирующих элементов при разработке высокопрочных и жаропрочных деформируемых и литейных сплавов, обоснование их оптимального химического состава и степени гетерогенности. Влияние различных факторов на жаропрочность гетерогенных (многофазных) сплавов.

5. Литейные свойства сплавов. Зависимость литейных свойств сплавов от состава. Природа горячеломкости. Влияние на горячеломкость состава и структуры.

6. Обрабатываемость сплавов давлением.

7. Основные технологические процессы изготовления изделий из сплавов циркония. Влияние режимов и параметров на свойства изделий.

8. Диаграмма фазового равновесия железо - углеродистых сплавов. Структуры чугунов, структуры сталей в литом и деформированном состояниях.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Бернштейн, М.Л. Структура деформированных металлов: учебное пособие для студ. вузов по спец. «Физика металлов» / М.Л. Бернштейн. – М: Металлургия, 1977. – 431 с.: ил.

2. Физическое металловедение: В 3 т.: Т. 1: Атомное строение металлов и сплавов / Под ред. Р.У. Кана, П. Хаазена; пер. с англ. под ред. О.В. Абрамова и др. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – М: Металлургия, 1987. – 640 с.: ил.

3. И.И. Новиков, В.С. Золоторевский, В.К. Портной, Н.А. Белов, Д.В. Ливанов, С.В. Медведева, А.А. Аксенов, Ю.В. Евсеев. Металловедение. Учебник. В 2-х томах- Том I. Колл. авторов/Основы металловедения. / Под общей ред. проф. В.С. Золоторевского - М.: Издательский дом МИСиС, 2009. - 496с.

4. И.И. Новиков, В.С. Золоторевский, В.К. Портной, Н.А. Белов, Д.В. Ливанов, С.В. Медведева, А.А. Аксенов, Ю.В. Евсеев. Металловедение. Учебник. В 2-х томах- Том II. Колл. авторов/Термическая обработка. Сплавы. / Под общей ред. проф. В.С. Золоторевского - М.: Издательский дом МИСиС, 2009. - 528 с.

5. Основы материаловедения / Г.Н.Елманов, Б.А.Калин, С.А.Кохтев, В.В.Нечаев, А.А.Полянский, Е.А.Смирнов, В.И.Стаценко./Физическое материаловедение: Учебник для вузов: В 8т. Том 2, 602с / Под общей ред. Б.А. Калина.Изд.3 перераб.-М.; НИЯУ МИФИ, 2021.-604с.

6. Конструкционные материалы ядерной техники/ Б.А. Калин, П.А. Платонов, Ю.В. Тузов, И.И. Чернов, Я.И. Штромбах. /Физическое материаловедение:

Учебник для вузов: В 8т. Том 6, 602с / Под общей ред. Б.А. Калина.Изд.3 перераб.-М.; НИЯУ МИФИ, 2021.-736 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Бочвар, А.А. Основы термической обработки сплавов: учебник для вузов / А.А. Бочвар. – 5-е испр. и доп. изд. – М; Л: Metallurgizdat, 1940. – 298 с.: ил.
2. Бочвар, А.А. Metallovedenie: учебник для metallurgicheskikh i tekhnologicheskikh спец. вузов / А.А. Бочвар. – 5-е перераб. и доп. изд. – М: Metallurgizdat, 1956. – 494 с.: ил.
3. Штейнберг, С.С. Metallovedenie/ С.С. Штейнберг; под ред. И.Н. Богачева, В.Д. Садовского. – Перераб. и доп. изд. – Свердловск: Metallurgizdat, 1961. – 598 с.: ил.
4. Займовский, А.С. Циркониевые сплавы в атомной энергетике/ А.С. Займовский, А.В. Никулина, Н.Г. Решетников. – М: Энергоиздат, 1994. – 232 с.: ил.: табл.
5. Гольдштейн, М.И. Специальные стали: учебник для студентов вузов/ М.И. Гольдштейн, С.В. Грачев, Ю.Г. Векслер. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М: МИСиС, 1999. – 408 с.: ил.: табл.

ИНТЕРНЕТ РЕСУРСЫ

1. На платформе eLIBRARY.RU (<http://elibrary.ru/>) осуществляется доступ к журналам издательств (при наличии личной регистрации пользователя на сайте E-LIBRARY):

- Издательство «НАУКА». Предоставляется бесплатный доступ к коллекции из 38 журналов изд-ва «Наука» в полнотекстовом электронном виде.

Адрес для доступа: http://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp.

- Издательство Elsevier. НЭИКОН предоставляет бесплатный доступ к полнотекстовым статьям из 162 специально-отобранных журналов издательства Elsevier.

Адрес для доступа: http://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp.

2. Каталог бесплатных полнотекстовых научных журналов по химии
Доступ к ресурсу осуществляется по адресу:
<http://www.abc.chemistry.bsu.by/current/j.htm>.

3. На сайте представлены более 500 иностранных журналов, в том числе журнал Общества по атомной энергии Японии (Atomic Energy Society of Japan). Journal of Nuclear Science and Technology.

Адрес для доступа: <http://www/jstage.jst.go.jp/browse/jnst>.

Программу разработали:

Ведущий научный сотрудник,
канд. физ.-мат. наук

А.О. Титов

Программа вступительного экзамена по специальности 2.6.1 - Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов (технические науки) одобрена и рекомендована к утверждению Научно-техническим советом АО «ВНИИНМ» протокол № 6 от 08.04.2022 года.

В разработке программы вступительных экзаменов принимала участие

Главный научный сотрудник, д-р техн. наук

А.В.Никулина