Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» по научной работе
Драгунов В.К.

_____
подпись

«____» _____ 2017 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ ПРИ ПОСТУПЛЕНИИ В АСПИРАНТУРУ

Направление – **22.06.01, Технологии материалов**
код, название

Направленность – **05.16.09, Материаловедение (по отраслям)**
шифр, название

Москва, 2017

Программа предназначена для поступающих на обучение по программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре в НИУ «МЭИ» по направлению подготовки 22.06.01 – Технологии материалов, направленности Материаловедение (по отраслям).

Вступительное испытание по специальности предназначено для выявления уровня специальных (профессиональных) знаний поступающих, определяющих их подготовленность к решению профессиональных задач и продолжению образования в аспирантуре.

Целью вступительного испытания является установление соответствия уровня подготовленности поступающего к самостоятельному решению профессиональных задач в процессе обучения в аспирантуре и выполнению квалификационной работы в области материаловедения.

Задачей вступительного испытания является определение и объективная оценка следующих компетенций поступающего:

- владеет базовыми знаниями теоретических и прикладных наук и развивает их самостоятельно с использованием в профессиональной деятельности при анализе и моделировании, теоретическом и экспериментальном исследовании материалов и процессов;
- использует на практике интегрированные знания естественнонаучных, общих профессионально-ориентирующих и специальных дисциплин для понимания проблем направления «Материаловедение и технологии материалов», умеет выдвигать и применять идеи, вносить оригинальный вклад в данную область науки, техники и технологии;
- понимает и самостоятельно использует физические и химические основы, принципы и методики исследований, испытаний и диагностики веществ и материалов, имеет навыки комплексного подхода к исследованию материалов и технологий их обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и процессов;
- способен самостоятельно использовать современные представления наук о материалах при анализе влияния микро- и нано- масштаба на механические, физические, поверхностные и другие свойства материалов, взаимодействия материалов с окружающей средой, электромагнитным излучением и потоками;
- углубленно знает основные типы материалов различного назначения, в том числе наноматериалов, владеет навыками самостоятельного выбора материалов для заданных условий

эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения;

- способен использовать технологические процессы и операции с учетом их назначения и способов реализации, нормативных и методических материалов по технологической подготовке производства, качеству, стандартизации и сертификации изделий и процессов, с учетом экономического анализа.

Содержание вступительного испытания

1. Атомно-кристаллическое строение металлов. Понятие об идеальном и реальном совершенном кристалле. Пространственная кристаллическая решетка. Элементарная кристаллическая ячейка.
2. Общие свойства металлов. Металлический, ковалентный, ионный тип межатомной связи.
3. Понятие о сплаве. Компонент, фаза, структура. Методы исследования структуры металлов и сплавов.
4. Координационное число и плотность упаковки кристаллов. Проиллюстрировать на примерах о.ц.к. и г.ц.к. решеток.
5. Кристаллографические обозначения атомных плоскостей и направлений в кристаллах.
6. Точечные (нульмерные) дефекты кристаллов. Энергия образования точечных дефектов, их концентрация в кристаллах, источники и стоки вакансий, миграция точечных дефектов.
7. Линейные (одномерные) несовершенства кристаллов. Понятие о краевой дислокации. Вектор Бюргерса.
8. Энергия дислокации. Плотность дислокаций.
9. Поверхностные (двухмерные) дефекты кристаллического строения. Строение высокоугловых и малоугловых границ.
10. Анизотропия свойств кристаллов.
11. Первичная кристаллизация металлов. Термодинамика, механизм, самопроизвольное зарождение центров кристаллизации в жидкости.
12. Понятие об устойчивом зародыше кристаллизации. Рост зародышевых центров, понятие о двухмерном зародыше. Дислокационный механизм роста.
13. Кинетика процесса кристаллизации. Влияние степени переохлаждения и примесей на рост зерна. Модифицирование.
14. Морфология продуктов кристаллизации. Строение слитка. Дендритная, зональная и ликвация по удельному весу.

15. Полиморфные превращения. Термодинамика, механизм и кинетика процессов фазовой перекристаллизации.

16. Упругая и пластическая деформация. Сдвиг по схеме скольжения и двойникования. Системы скольжения в кубических и гексагональных кристаллах.

17. Дислокационный механизм пластической деформации, зарождение трещины и разрушение металлов. Хрупкое и вязкое разрушение. Связь между прочностью и количеством дефектов кристаллического строения.

18. Наклеп. Изменение структуры и свойств в зависимости от степени деформации.

19. Классификация методов механических испытаний. Значение механических характеристик в материаловедении.

20. Механические свойства, определяемые при статическом нагружении. Испытания на растяжение, сжатие, изгиб, кручение, трещиностойкость. Влияние легирования, структуры концентраторов напряжений и масштабного фактора на характеристики механических свойств.

21. Механические свойства, определяемые при динамическом нагружении. Влияние скорости деформирования на характеристики прочности и пластичности. Динамические испытания на изгиб образцов. Ударная вязкость. Методы определения ударной вязкости и ее составляющих.

22. Механические свойства, определяемые при циклическом нагружении. Усталость, диаграммы усталости, предел выносливости. Малоцикловая и многоцикловая усталость. Природа усталостного разрушения. Влияние различных факторов на сопротивление усталости.

23. Испытания на твердость вдавливанием и царапанием.

24. Механизмы роста зерна в зависимости от степени деформации. Полигонизация, понятие о критической степени деформация. Холодная и горячая обработка металлов давлением.

25. Рекристаллизация металлов, термодинамика. Стадии процесса рекристаллизации (возврат, рекристаллизация обработки, собирательная рекристаллизация), изменение свойств наклепанного металла в процессе рекристаллизационного отжига. Порог рекристаллизации.

26. Понятие о диаграмме состояний. Правило фаз. Концентрационная ось, правило отрезков.

27. Диаграмма состояний для сплавов с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии эвтектического типа. Описать процессы

превращений в характерных сплавах, написать фазовые реакции, начертить кривые охлаждения.

28. Диаграмма состояний для сплавов с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии. Описать процесс кристаллизации сплава, испытывающего перитектическое и эвтектическое превращение.

29. Металлические сплавы. Понятие о сплаве-смеси, химическом соединении, твердом растворе.

30. Диаграммы состояний для сплавов, компоненты которых образуют устойчивые химические соединения.

31. Диаграмма состояний для сплавов с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии перитектического типа. Описать процессы превращений в характерных сплавах, написать фазовые реакции, начертить кривые охлаждения.

32. Диаграмма состояний для сплавов, испытывающих полиморфные превращения, эвтектоидные превращения.

33. Диаграмма состояний для сплавов с неограниченней растворимостью компонентов в твердом состоянии. Для выбранного сплава описать процессы превращений при охлаждении, написать фазовые реакции, начертить кривую охлаждения.

34. Твердые растворы замещения и внедрения. Условия неограниченной растворимости в твердом состоянии.

35. Понятие о диаграммах состояний тройных сплавов. Концентрационный треугольник, поверхности ликвидуса и солидуса, изотермические и политермические разрезы.

36. Система железо-цементит. Компоненты системы. Растворимость углерода в α- и γ-железе. Фазы системы, фазовые области диаграммы, характерные фазовые реакции (нонвариантные). Координаты точек диаграммы.

37. Диаграмма состояний железо-цементит. Описать процессы первичной кристаллизации в сплавах, с содержанием углерода до 0,5%.

38. Диаграмма состояний железо-цементит. Описать процессы первичной кристаллизации в высокоуглеродистых сплавах. Различие в структуре и свойствах между сталью и чугуном.

39. Диаграмма состояний железо-цементит. Описать процессы превращения в твердом состоянии в сплавах с содержанием углерода до 0,02%. Третичный цементит.

40. Диаграмма состояний железо-цементит. Описать процессы превращения в твердом состоянии в сталях. Схемы структур.

41. Диаграмма состояний железо-цементит. Описать процессы превращения в твердом состоянии в чугунах. Схемы структур.

42. Твердые растворы замещения и внедрения. Условия неограниченной растворимости в твердом состоянии.

43. Углеродистые стали. Влияние углерода и постоянных примесей на свойства сталей. Углеродистая сталь общего назначения, маркировка, область применения. Углеродистые качественные конструкционные стали

44. Чугун. Процесс графитизации, условия первичной и вторичной кристаллизации графита, стабильная диаграмма состояний железо-графит.

45. Графитизирующий отжиг белого чугуна на ковкий. Условия получения ковкого чугуна с различной металлической основой, марки ковкого чугуна.

46. Структура чугуна, форма графита, свойства чугуна. Влияние примесей и скорости охлаждения на условия графитизации, структуру и свойства чугуна.

47. Образование аустенита. Диффузионный характер превращения. Механизм образования и роста зародышей. Диаграмма изотермического образования аустенита.

48. Рост аустенитного зерна при нагреве. Начальное, наследственное и действительное зерно аустенита. Влияние величины зерна на свойства стали.

49. Распад аустенита эвтектоидной концентрации в перлитной области. Механизм и кинетика распада. Диаграммы изотермического распада. Строение и свойства продуктов распада.

50. Отжиг стали. Технология и режимы полного и изотермического отжига. Диффузионный отжиг (гомогенизация). Сфероидизирующий отжиг. Низкий отжиг.

51. Нормализация стали. Режимы обработки, цель нормализации.

52. Особенности процесса распада аустенита в сталях неэвтектоидного состава. Распад аустенита при непрерывном охлаждении. Критическая скорость закалки.

53. Термическая обработка стали. Температура и время как основные факторы воздействия на материал. Критические точки для стали. Основные структуры и превращения при термической обработке стали.

54. Особенности мартенситного превращения в стали. Природа мартенсита. Механизм мартенситного превращения. Когерентный рост кристаллов мартенсита. Структура мартенсита. Остаточный аустенит в сталях.

55. Свойства стали, закаленной на мартенсит. Причины упрочнения при закалке.

56. Технология закалки стали. Выбор температуры закалки. Время нагрева и выдержки. Способы нагрева под закалку. Защита стали от окисления и обезуглероживания при нагреве. Охлаждающие (закалочные) среды.

57. Способы закалки: закалка в двух средах, изотермическая закалка, ступенчатая закалка.

58. Прокаливаемость стали. Понятие о критическом диаметре.

59. Внутренние напряжения в закаленней стали. Механизм образования тепловых и структурных напряжений при закалке.

60. Дефекты, возникающие при закалке. Способы их устранения.

61. Промежуточное (бейнитное) превращение.

62. Превращения при отпуске. Механизм распада мартенсита. Распад остаточного аустенита, карбидное превращение, коагуляция карбидов. Структуры отпуска. Влияние отпуска на свойства стали.

63. Отпуск стали. Технология и область применения разных видов отпуска.

64. Инструментальные стали пониженной и повышенной прокаливаемости. Марки, область применения. Быстрорежущие стали. Причины теплостойкости, структура, термическая обработка, марки и область применения быстрорежущих сталей.

65. Химико-термическая обработка стали (ХТО). Теория процесса ХТО, природа и строение диффузионного слоя.

66. Медь и сплавы на ее основе. Латуни, взаимосвязь диаграммы состояний и свойств латуней. Однофазные и двухфазные латуни. Бронзы. Литейные и деформируемые бронзы. Безоловянистые бронзы. Марки, область применения.

67. Алюминий и сплавы на его основе. Классификация алюминиевых сплавов. Термическая обработка алюминиевых сплавов. Причины упрочнения при старении сплавов.

Рекомендуемая литература

Основная литература:

1. Новиков И.И. и др. Металловедение. Учебник. В 2-х томах./ Т.1.: Основы металловедения. – М.: Издательский Дом МИСиС, 2008. – 496 с.

2. Материаловедение и технология металлов: учебник для вузов по машиностроительным специальностям / Г.П. Фетисов, и др. – М.: Высшая школа, 2007. – 862 с.

3. Материаловедение : учебник для вузов / Б. Н. Арзамасов , и др. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 648 с.

4. Материаловедение и технология конструкционных материалов: учебник для вузов / В. Б. Арзамасов, [и др.]. – М. : АКАДЕМИЯ, 2007. – 448 с. – (Высшее профессиональное образование).

5. Лахтин Ю. М. Материаловедение: учебник для втузов / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева. – М. : Альянс, 2009. – 528 с.

6. Третьяков А.Ф. Материаловедение и технологии обработки материалов: учебное пособие для вузов / А.Ф. Третьяков, Л.В. Тарасенко. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – 541 с.

Дополнительная литература:

7. Новиков И.И. и др. Металловедение. Учебник. В 2-х томах / Т.2.: Термическая обработка. Сплавы. – М.: Издательский Дом МИСиС, 2009. – 528 с.

8. Материаловедение в машиностроении и промышленных технологиях: учебно-справочное руководство / В. А. Струк, и др. – Долгопрудный: Интеллект, 2010 . – 536 с.

«Согласовано»

Директор	ЭнМИ		С.А. Серков
	название института	подпись	Ф.И.О.