

Утверждено
приказом НИЦ «Курчатовский институт» - ВИАМ
от 24.10.2022 г. № 322

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
АВИАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ»**

**Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

«УТВЕРЖДАЮ»

Начальник управления
«Научно-образовательная деятельность»
Д.С. Свириденко

ПРОГРАММА

**вступительных испытаний для поступления в магистратуру по направлению
подготовки**

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

МОСКВА 2022 г.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Программа вступительных испытаний в магистратуру федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» составлена на основании Федерального закона от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», приказа Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 701 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов (уровень бакалавриата)».

1.2. Целью вступительных испытаний в магистратуру по направлению подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов является проверка подготовленности поступающего по базовым дисциплинам образовательной программы бакалавриата в объеме требований ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов и оценка возможности освоения им соответствующей образовательной программы магистратуры.

2. ФОРМА ПРОВЕДЕНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

2.1. Вступительные испытания по программе магистратуры проводятся в устной форме в соответствии с правилами приема на обучение по образовательной программе высшего образования – программе магистратуры в федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» (НИЦ «Курчатовский институт» - ВИАМ).

2.2. Вступительные испытания проводятся на русском языке.

2.3. Вступительные испытания проводятся очно или с использованием дистанционных технологий (при условии идентификации поступающих при сдаче ими вступительных испытаний).

2.4. Одно вступительное испытание проводится одновременно для всех поступающих либо в различные сроки для различных групп поступающих (в том числе по мере формирования указанных групп из числа лиц, подавших необходимые документы).

2.5. Вступительные испытания при приеме на обучение по программе магистратуры проводятся в качестве единого вступительного испытания в рамках нескольких конкурсов.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ И ВОПРОСОВ К ВСТУПИТЕЛЬНЫМ ИСПЫТАНИЯМ

3.1. Перечень тем к вступительным испытаниям

Основы строения и свойств материалов

Понятие о кристаллических и аморфных веществах. Кристаллическое строение металлов. Основные типы кристаллических решеток. Дефекты строения реальных кристаллов. Механические свойства и классификация методов механических испытаний материалов. Методы исследования структуры материалов на различных масштабных уровнях.

Металлические материалы

Металлы и сплавы. Основные закономерности первичной кристаллизации и их влияние на структурообразование. Деформация и рекристаллизация. Горячая и холодная деформация. Основные типы диаграмм состояния двухкомпонентных систем. Связь диаграммы со структурой и свойствами сплавов.

Железоуглеродистые сплавы. Диаграмма состояния Fe-Fe₃C. Стали. Чугуны. Углеродистые стали. Маркировка. Основы термической обработки углеродистых сталей. Чугуны. Классификация и маркировка. Легированные стали. Классификация легирующих элементов и их влияние на структуру и свойства сталей.

Медь и ее сплавы. Применение и маркировка медных сплавов. Алюминий и его сплавы (литейные и деформируемые). Термическая обработка, структура и свойства дуралюминов. Сплавы магния. Титан и его сплавы. Структура, термообработка, свойства и маркировка титановых сплавов. Никелевые сплавы. Антифрикционные сплавы.

Неметаллические материалы

Классификация неметаллических материалов. Строение макромолекул и надмолекулярные структуры полимерных тел. Физические (релаксационные) состояния полимеров. Термопласты. Термоэластопласты. Олигомеры и реактопласты. Каучуки и резиновые материалы. Неорганическое стекло. Стеклокристаллические материалы. Конструкционные керамические материалы. Углеродные и графитовые материалы. Строение, свойства и применение.

Композиционные материалы. Функциональные материалы

Композиционные материалы (КМ). Волокнистые, слоистые и дисперсно-упрочненные композиты. Материалы матрицы, виды и механические свойства волокон. Совместимость матрицы и волокон. Механические свойства композиционных материалов. Расчеты прочности КМ. КМ на полимерных матрицах: стеклопластики, борволокниты, органо-волокниты, карбо-волокниты. КМ на металлических матрицах, из керамики, силикатных стекол и углеродных материалов. Перспективы развития КМ.

Эпоксидные полимеры и связующие на их основе. Фенолформальдегидные полимеры и связующие на их основе. Компоненты полимерных связующих и материалов на их основе. Лакокрасочные материалы и покрытия. Порошковые лакокрасочные материалы. Материалы остекления. Классификация клеящих материалов

Традиционные технологические процессы и операции

Основы технологии литейного производства. Классификация способов изготовления отливок. Специальные способы литья. Основы технологии обработки металлов давлением. Физические основы обработки материалов давлением. Специализированные технологические процессы обработки металлов давлением. Обработка металлов давлением в состоянии сверхпластичности. Физические основы получения сварного соединения. Термическая, механическая, термомеханическая сварка. Виды сварочных процессов. Особенности сварки различных металлов и сплавов. Пайка.

Новые материалы и современные технологии

Процессы высокоскоростной кристаллизации. Получение аморфных материалов. Методы упрочнения поверхности за счет модифицирования поверхностного слоя. Поверхностное пластическое деформирование. Поверхностная термическая обработка. Химико-термическая обработка. Защитные и упрочняющие покрытия. Механические методы нанесения покрытий. Химические и электрохимические покрытия. Газотермические методы напыления покрытий. Вакуумно-конденсационные методы напыления покрытий. Аддитивные технологии. Наноматериалы и нанотехнологии.

Высокие технологии, применяемые в машиностроении. Создание материалов с заданными свойствами

Принципы, лежащие в основе создания материалов с заданными свойствами и разработки соответствующих технологических процессов. Технологии, использующие

высококонцентрированные источники энергии. Лазерная, электроннолучевая обработка поверхности. Плазменные технологии. Технология термической обработки в магнитном поле.

Перспективные материалы. Особенности процессов получения изделий из композиционных материалов. Требования, предъявляемые к армирующим и матричным компонентам композиционных материалов.

Компьютерное конструирование новых материалов. Компьютерное моделирование технологических процессов. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов.

Основные понятия о напряжениях и деформациях

Нормальные и касательные напряжения. Линейное, плоское и объемное напряженные состояния. Тензор напряжений. Условное и истинное напряжения. Теории прочности. Диаграмма механического состояния Я. Б. Фридмана.

Деформация (абсолютная и относительная). Виды деформированного состояния. Условная и истинная деформация. Упругая деформация. Закон Гука. Элементарная и общая формы закона Гука. Константы упругости моно- и поликристаллов. Пластическая деформация. Диаграммы деформации. Пластическая деформация монокристаллов. Скольжение в процессе пластической деформации. Пластическая деформация поликристаллов.

Разрушение материалов

Зарождение и распространение трещин. Вязкое разрушение. Хрупкое разрушение. Хладноломкость. Причины хрупкого и вязкого состояния металлов. Особенности строения излома материала при вязком, хрупком и смешанном разрушении.

Классификация факторов, влияющих на механические свойства металлических материалов. Влияние скорости и температуры нагружения. Металлургические, технологические, конструкционные, эксплуатационные факторы. Влияние окружающей среды на механические свойства материалов.

Статические испытания материалов

Испытания на растяжение. Характеристики механических свойств, определяемые при испытаниях на растяжение (прочностные и пластические). Образцы для испытания на растяжение. Испытания на сжатие, особенности и область применения. Условные и истинные диаграммы деформации.

Испытания на изгиб. Схемы нагружения при испытаниях на изгиб. Напряжения и деформация при изгибе.

Классификация методов измерения твердости. Методика, условия, особенности, границы применения измерения твердости по Бринеллю, Роквеллу, Виккерсу. Связь твердости с другими механическими характеристиками. Измерение микротвердости. Измерение твердости при повышенных температурах.

Динамические испытания. Усталость металлов.

Скорость нагружения и скорость деформации. Влияние скорости деформирования на механические свойства металлов. Виды динамических испытаний. Характеристики сопротивления динамическим нагрузкам. Назначение, методика, образцы для испытаний на ударную вязкость. Оборудование для испытаний на ударную вязкость.

Понятие усталости, его практическое значение. Характеристика циклов нагружения. Предел выносливости и кривые выносливости. Влияние характера нагрузки, частоты, перерывов, перегрузок и недогрузок на сопротивление усталостному разрушению. Влияние

качества поверхности, термической обработки, размеров образца. Методики испытания на усталость. Строение усталостного излома.

Теплофизические и электрические свойства материалов

Колебания кристаллической решетки. Фононы. Теплоемкость твердых тел. Закон Дюлонга и Пти. Теория теплоемкости Дебая. Тепловое расширение материалов. Теплопроводность твердых тел. Фононная теплопроводность. Электронная теплопроводность. Закон Видемана-Франца.

Классическая электронная теория металлов. Квантовая теория электропроводности металлов (теория Зоммерфельда). Основы зонной теории металлов. Зависимость удельного сопротивления металлов от температуры. Удельное сопротивление чистых металлов и металлических сплавов. Термо - Э.Д.С. Электрические свойства диэлектриков. Ионная электропроводность диэлектриков. Пробой твердых диэлектриков

3.2. Перечень вопросов к вступительным испытаниям

1. Кристаллическое строение металлов.
2. Методы исследования структуры материалов.
3. Атомно-кристаллическая структура металлов.
4. Дефекты кристаллической решетки металлов.
5. Формирование структуры металла при кристаллизации.
6. Гомогенная кристаллизация. Гомогенное образование зародышей. Строение металлического слитка.
7. Полиморфные превращения в металле.
8. Фазы и структура в металлических сплавах.
9. Твердые растворы. Химические соединения. Структура сплавов.
10. Формирование структуры сплавов при кристаллизации.
11. Диаграммы фазового равновесия сплавов.
12. Композиционные материалы.
13. Порошковые металлические материалы.
14. Волокнистые, дисперсно-упрочненные композиционные материалы.
15. Пористые и компактные материалы.
16. Перспективные материалы и основные задачи создания новых материалов с заданными свойствами.
17. Наноматериалы и нанотехнологии. Особенности свойств материалов будущего и основные направления их использования.
18. Общая классификация процессов получения металлов и сплавов.
19. Общая схема получения чугуна и стали. Сырье, оборудование.
20. Способы обработки металлов давлением.
21. Способы литья и термообработки черных металлов.
22. Способы литья и термообработки цветных металлов
23. Способы получения металлических защитных покрытий. Оценка качества металлических покрытий.
24. Получение конверсионных и лакокрасочных покрытий металлов
25. Полиуретаны. Пенополиуретаны.
26. Жесткие и эластичные пенополиуретаны.
27. Пенополистирол. Способы получения и технология формования.
28. Газонаполненные композиты. Виды.

29. Эпоксиды. Химия отверждения. Композиционные материалы на основе эпоксидных смол.
30. Синтетические каучуки.
31. Резины. Состав и функциональное назначение ингредиентов сырых резиновых смесей.
32. Термопласты, термоэластопласты. Способы переработки литьем, экструзией, получение пленок и термоформование давлением газа.
33. Слоистые пластики и многослойные пленки. Классификация и специальные наименования по типам армирующих наполнителей.
34. Спекание порошков металлов и полимеров. Аддитивные технологии.
35. Технология соединения материалов. Сварка, склеивание.
36. Классификация способов сварки термопластичных материалов. Тепловая сварка термопластов с использованием присадочного материала и без него. Примеры тепловой сварки полимерных плёнок.
37. Металлические защитные покрытия. Анодные и катодные покрытия, механизм защиты деталей от коррозии.
38. Конверсионные, эмалевые, лакокрасочные защитные покрытия по металлам. Достоинства, недостатки.
39. Нанесение защитных металлических покрытий на металлы электрохимическим способом.
40. Изготовление изделий из порошкообразных материалов путём холодного прессования заготовок с последующим спеканием.
41. Классификация полимерных материалов (термопласты, реактопласты).
42. Гомогенные, армированные композиционные материалы.
43. Технология переработки термопластичных материалов в изделия (литьё под давлением, экструзия, пневмо- и вакуумформование, каландрование, получение плёнок).
44. Технология получения изделий на основе термореактивных связующих
45. Лакокрасочные материалы (лаки, эмали, масляные краски, грунтовки, шпатлёвки).
46. Назначение, состав ЛКМ. Маркировка лакокрасочных материалов.
47. Технология получения термоусадочных полимерных пленок. Способы применения.
48. Принципы, лежащие в основе создания материалов с заданными свойствами и разработки технологических процессов.
49. Химические и электрохимические покрытия.
50. Технологии получения материалов, использующие высококонцентрированные источники энергии.
51. Линейное, плоское и объемное напряженные состояния.
52. Виды деформированного состояния.
53. Пластическая деформация. Диаграммы деформации.
54. Типы разрушения материалов.
55. Разрушение материалов: Вязкое разрушение. Хрупкое разрушение. Особенности изломов.
56. Разрушение материалов: Влияние скорости и температуры нагружения.
57. Испытания материалов на растяжение.
58. Испытания материалов на сжатие, особенности и область применения.

59. Испытание материалов на изгиб.
60. Классификация методов измерения твердости материалов.
61. Измерение микротвердости материалов.
62. Виды динамических испытаний материалов.
63. Назначение, методика, образцы для испытаний материалов на ударную вязкость.
64. Понятие усталости материала, его практическое значение.
65. Колебания кристаллической решетки металлов.
66. Теплоемкость твердых тел.
67. Тепловое расширение материалов.
68. Классическая электронная теория металлов.
69. Электрические свойства материалов-диэлектриков.

4. ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

4.1. Основная литература

1. Бондаренко Г.Г. Основы материаловедения / Г.Г. Бондаренко, В.В. Рыбалко; под ред. Г.Г. Бондаренко. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. – 760 с.
2. Кобелев А.Г. Материаловедение. Технология композиционных материалов: учеб./ А.Г. Кобелев, М.А. Шаронов, О.А. Кобелев, В.П. Шаронова. - М.: Кнорус, 2014. - 270 с.
3. Сидоров В.В., Каблов Д.Е., Ригин В.Е. Металлургия литейных жаропрочных сплавов: технология и оборудование / под общ. ред. Е.Н. Каблова. – М.: ВИАМ, 2016. - 368 с.
4. Ночовная Н.А., Базылева О.А., Каблов Д.Е., Панин П.В. Интерметаллидные сплавы на основе титана и никеля/ под общ. ред. Е.Н. Каблова. – М.: ВИАМ, 2018. – 308с.
5. Белов Н.А., Белов В.Д., Дашкевич Н.И. Фазовый состав гамма сплавов на основе алюминидов титана: учебное пособие. – М.: ФГУП «ВИАМ», 2018. – 348 с.
6. Петрова А.П., Малышева Г.Н. Клеи, клеевые связующие и клеевые препреги: учебное пособие. - М.: ФГУП «ВИАМ», 2017. – 472 с.

4.2. Дополнительная литература

1. Уильям Д. Каллистер Материаловедение. От технологии к применению. Металлы, керамика, полимеры [Электронный ресурс]: учеб. / Уильям Д. Каллистер, Дэвид Дж. Ретвич. - Электрон. текстовые данные. - СПб.: Научные основы и технологии, 2011. - 896 с.
2. Воробьев А.А. Материаловедение: учеб./ Д.А. Жуков, Д.П. Кононов, А.А. Соболев, Н.Ю. Шадрин. – М.: Аргамак-Медиа: ИНФРА-М, 2014. – 304 с.