

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Российский химико-технологический университет имени
Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по науке

РХТУ им. Д.И. Менделеева



[Handwritten signature]

А.А. Щербина

«12» декабря 2022 г.

**ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА
ПО НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

2.6.17 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Москва 2022 г

Программа составлена Ваграмяном Т.А., д.т.н., профессором, заведующим кафедрой инновационных материалов и защиты от коррозии.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

1. Характеристика современных технологий получения материалов с заданными свойствами.

Введение. Предмет и методы в курсе «Материаловедение». Описание основных разделов курса. Цели и задачи курса. Структура курса. Требования к перспективным материалам. Классификация основных типов современных конструкционных и функциональных неорганических (металлических и неметаллических) и органических (полимерных и углеродных) материалов; композитов и гибридных материалов; сверхтвердых материалов; интеллектуальных и наноматериалов, пленок и покрытий.

2. Контроль структуры, испытание и определение физико-механических и эксплуатационных свойств материалов.

Стандарты на методы контроля, испытаний и измерений материалов. Требования к используемому оборудованию, условиям и процедурам осуществления всех операций, обработке и представлению полученных результатов, квалификации персонала. Определение пористости. Определение степени шероховатости поверхности материала. Испытания материала на износ. Измерение твердости материала. Испытания материала на растяжение. Измерение внутренних напряжений. Испытание на жаростойкость. Определение электрических и магнитных характеристик материала. Ускоренные коррозионные испытания материала. Определение специальных свойств конверсионных материалов. Контроль сплошности и изоляционных свойств материалов. Современные методы исследования: Оже-спектроскопия, фотоэлектронная спектроскопия, рентгенофлуоресцентный анализ.

3. Технологии получения материалов различного назначения.

Функциональные пористые материалы. Классификация технологий изготовления пористых материалов. Свойства и технологии получения металлических пен из расплавов и газовой фазы. Получение металлических пен из порошков. Получение проницаемых пористых материалов из порошков и волокон. Производство керамических мембран.

Порошковые материалы. Способы получения порошков. Технологические, химические и физические свойства порошков. Материалы, полученные методами порошковой металлургии: конструкционные материалы, фильтрующие пористые материалы, антифрикционные и фрикционные

материалы.

Новые интеллектуальные материалы. Нанотехнологии и конструкционные наноструктурные материалы. Самовосстанавливающиеся материалы: полимеры, керамика, металлы. Функциональные материалы.

Технологии 3D печати. Стереолитография. Лазерное спекание порошковых материалов. Послойная печать расплавленной полимерной нитью. Технология струйного моделирования. Технология склеивания порошков. Ламинирование листовых материалов. Облучение ультрафиолетом через фотомаску.

4. Прикладные проблемы стандартизации новых материалов и технологических процессов.

Принципы, объекты стандартизации и виды документов в области стандартизации наноматериалов и продукции nanoиндустрии. Определение безопасности и конкурентоспособности продукции, работ и услуг при стандартизации. Экологические показатели. Экономические показатели.

5. Теоретические основы материаловедения.

Строение и свойства материалов. Электронная теория твердых тел. Формирование структуры металла при кристаллизации. Строение пластически деформированных металлов. Основные закономерности теории сплавов и термической обработки.

6. Методы исследования структуры и физических свойств материалов.

Металлографические и фрактографические методы исследования, оптическая и электронная, в том числе дифракционная микроскопия (просвечивающий и сканирующий электронные микроскопы). Рентгеновские методы исследования: структурный и спектральный методы анализа. Ультразвуковая дефектоскопия. Рентгеновская и гамма-дефектоскопия. Метод вихревых токов. Магнитная и тепловая дефектоскопия.

7. Механические свойства материалов и методы их определения.

Схемы напряженного и деформированного состояний материалов: плоское и объемное напряженные состояния. Упругие свойства материалов. Пластическая деформация и деформационное упрочнение. Разрушение материалов. Виды разрушения материалов. Механические свойства материалов и методы их определения. Поведение материалов под нагрузкой при охлаждении и нагреве. Воздействие внешней среды на механические свойства. Коррозия материалов. Коррозионный мониторинг.

8. Управление качеством металлов и сплавов.

Термическая обработка стали. Влияние термической обработки на свойства конструкционных сталей и сварных соединений.

Химико-термическая обработка. Влияние легирующих компонентов на толщину, твердость и износостойкость азотированного слоя. Диффузионная металлизация: алитирование, хромирование, силицирование и т.п. Многокомпонентные покрытия. Диффузионное насыщение в ионизированных газовых средах.

Термомеханическая обработка. Структура и свойства материалов после термомеханической обработки.

Поверхностное упрочнение металлов и сплавов путем воздействия концентрированных потоков энергии. Поверхностное легирование и термическая обработка при лазерном и электронно-лучевом нагреве. Поверхностное упрочнение металлов и сплавов путем воздействия пластической деформации.

Деформация изделий при их обработке и способы ее предупреждения.

9. Металлы и сплавы в химико-технологических процессах.

Конструкционная прочность материалов. Методы повышения конструкционной прочности. Конструкционные углеродистые и легированные стали. Высокопрочные мартенситностареющие стали. Конструкционные коррозионностойкие стали. Жаропрочные стали и сплавы. Чугуны. Цветные металлы и сплавы. Металлы и сплавы с особыми свойствами.

10. Неметаллические материалы в химической технологии.

Полимеры и пластические массы. Композиционные материалы. Резиновые материалы. Ситаллы, керамические и другие неорганические материалы. Лакокрасочные и клеящие материалы. Химическая (коррозионная) стойкость неметаллических материалов.

11. Эффективность применения материалов в химическом машиностроении с учетом экономичности, долговечности, безопасности и экологической чистоты.

Методика расчета экономического эффекта за счет рационального выбора и применения материалов. Повышение надежности, изделий за счет применения новых материалов, обладающих уникальными физико-механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами, а также экологической чистотой.

Вопросы для кандидатского экзамена по научной специальности

2.6.17 Материаловедение

1. Требования к перспективным материалам.
2. Классификация основных типов современных конструкционных и функциональных неорганических (металлических и неметаллических) и органических (полимерных и углеродных) материалов; композитов и гибридных материалов; сверхтвердых материалов; интеллектуальных и

наноматериалов, пленок и покрытий.

3. Определение пористости материала различными методами.
4. Определение степени шероховатости поверхности материала
5. Испытания материала на износостойкость
6. Измерение твёрдости материала различными методами
7. Определение физико-механических и эксплуатационных свойств материалов
8. Определение электрических характеристик материалов
9. Ускоренные коррозионные испытания материалов.
10. Определение специальных свойств конверсионных материалов
11. Современные методы исследования: Оже-спектроскопия, фотоэлектронная спектроскопия, рентгенофлуоресцентный анализ.
12. Классификация технологий изготовления пористых материалов.
13. Свойства и технологии получения металлических пен из расплавов и газовой фазы.
14. Получение металлических пен из порошков.
15. Получение проницаемых пористых материалов из порошков и волокон.
16. Производство керамических мембран.
17. Кластеры, карбины, фуллерены, углеродные нанотрубки.
18. Наноструктурные тонкие пленки.
19. Методы получения порошковых наночастиц.
20. Порошковая металлургия наноматериалов.
21. Наноструктурные многослойные материалы.
22. Концепция создания интеллектуальных материалов.
23. Самовосстанавливающиеся материалы: полимеры, керамика, металлы.
24. Сверхлегкие сплавы. Методы обеспечения высокой удельной прочности, сплавы с алюминием, магнием, литием, бериллием; область применения сверхлегких материалов.
25. Конструкционные стали и сплавы на алюминиевой и титановой основе, композиционные материалы: комплекс легирующих элементов, вредные примеси, виды термической обработки, современные методы повышения комплекса свойств конструкционных материалов.
26. Аморфные материалы. Способы получения материалов в аморфном состоянии.
27. Титановые сплавы, жаропрочные стали и сплавы на железоникелевой и никелевой основе, сплавы на основе тугоплавких металлов, керамические и композиционные материалы.
28. Основные принципы комплексного легирования жаростойких и

жаропрочных материалов, термическая стабильность структуры жаропрочных материалов, виды термической обработки, принципы разработки керамических и композиционных материалов, эвтектические композиционные материалы.

29. Порошковые материалы. Способы получения порошков.

30. Материалы, полученные методами порошковой металлургии: конструкционные материалы, фильтрующие пористые материалы, антифрикционные и фрикционные материалы.

31. Обзор технологий 3D печати. Стереолитография. Лазерное спекание порошковых материалов. Послойная печать расплавленной полимерной нитью. Технология струйного моделирования. Технология склеивания порошков. Ламинирование листовых материалов. Облучение ультрафиолетом через фотомаску.

32. Материалы для 3D печати.

33. Принципы, объекты стандартизации и виды документов в области стандартизации наноматериалов и продукции nanoиндустрии.

34. Определение безопасности и конкурентоспособности продукции, работ и услуг при стандартизации. Экологические показатели. Экономические показатели.

35. Строение металлических материалов. Основные типы кристаллических решеток. Примеры. Анизотропия свойств.

36. Строение реальных кристаллов (дефекты и их влияние на свойства металлов и сплавов).

37. Характерные свойства металлов и сплавов. Классификация металлов. Применение в химической технологии.

38. Кристаллизация металлов и сплавов – самопроизвольная (аспекты термодинамики) и на искусственных центрах кристаллизации.

39. Аллотропические превращения металлов. Примеры Fe, Sn, Ti и др.

40. Механические свойства. Показатели механических свойств, определяемые при статических испытаниях на растяжение. Показатели механических свойств, определяемые при динамических и циклических нагрузках.

41. Основы теории сплавов (фазовый состав сплавов). Твердые растворы, механические смеси, химические соединения.

42. Диаграммы «состав – свойство». Правило Курнакова – Жемчужного.

43. Железо и сплавы на его основе. Классификация и оценка свойств. Диаграмма состояния Fe – Fe₃C.

44. Стали. Классификация. Строение на примере фазовых диаграмм. Влияние углерода и примесей на свойства.

45. Маркировка углеродных и легированных сталей. Влияние легирующих элементов на свойства стали.
46. Конструкционные стали (углеродистые и легированные). Области применения. Маркировка.
47. Легированные стали. Классификация. Структура, свойства, маркировка.
48. Коррозионно-стойкие (нержавеющие) стали. Свойства. Маркировка.
49. Инструментальные стали и сплавы. Свойства. Маркировка.
50. Чугуны. Классификация. Влияние основных элементов на свойства. Маркировка.
51. Высокопрочные чугуны. Состав, структура, свойства. Маркировка.
52. Ковкие чугуны. Получение, состав, свойства, структура. Маркировка.
53. Термическая обработка стали. Цели, задачи, виды. Природа, механизм и условия протекания структурных превращений стали (Примеры на фрагменте диаграммы состояния Fe-Fe₃C).
54. Отжиг стали. Виды, назначение. Температурный режим. Закалка и отпуск. Режимы закалки и отпуска.
55. Диаграмма изотермических превращений аустенита. Мартенситные превращения. Влияние термической обработки на свойства стали.
56. Принципы и химические процессы химико-термической обработки.
57. Цементация. Назначение, режим, технологии.
58. Азотирование. Назначение, режим, технологии.
59. Диффузионное насыщение металлами и неметаллами. Назначение, режим, технологии.
60. Антифрикционные материалы.
61. Цветные металлы и сплавы на их основе. Сравнительная оценка свойств и возможности применения в химической технологии.
62. Медь и сплавы на основе меди. Классификация. Оценка свойств. Маркировка.
63. Алюминий и сплавы на основе алюминия. Классификация. Оценка свойств. Маркировка.
64. Сплавы на основе титана. Свойства, классификации (α , β , $\alpha+\beta$ модификации). Применение в промышленности.
65. Тугоплавкие металлы и сплавы. Сравнительная оценка свойств.
66. Легкоплавкие металлы. Сравнительная оценка свойств.

67. Принципы подбора конструкционных материалов для химико-технологических систем.
68. Ниобий, молибден, хром и сплавы на их основе. Оценка свойств.
69. Магниевые сплавы. Оценка свойств. Области применения.
70. Бериллий и сплавы. Оценка свойств. Области применения.
71. Неметаллические материалы. Основные свойства. Классификация. Применение.
72. Материалы на основе высокомолекулярных соединений. Строение и свойства полимеров.
73. Термореактивные и термопластичные полимеры.
74. Строение и свойства пластмасс. Основные разновидности промышленных полимеров и пластмасс.
75. Особенности строения, свойства резиновых материалов. Резины общего назначения, специальные резины и области их применения.
76. Лакокрасочные материалы (ЛКМ). Основные виды ЛКМ. Краски, лаки, грунтовка, шпатлевка.
77. Силикатные материалы. Классификация. Области применения.
78. Керамические материалы. Конструкционная, инструментальная и техническая керамика.
79. Неорганическое стекло. Классификация стекол по назначению и области применения. Ситаллы. Графит. Асбест. Свойства и области применения.
80. Композиционные материалы (КМ). Общая характеристика композиционных материалов. Дисперсно-упрочненные КМ, слоистые КМ, волокнистые КМ.
81. Композиционные материалы на металлической и неметаллической основе.
82. Методика расчета экономического эффекта за счет рационального выбора и применения материалов.

Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Мельников, В.Н. Материаловедение и технологии современных и перспективных неметаллических материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Н. Мельников. – Электрон. дан. – Екатеринбург : УрФУ, 2013. – 168 с.
2. Солнцев Ю.П., Пряхин Е.И., Пирайнен В.Ю. Специальные материалы в машиностроении [Электронный ресурс]: Учебник. – 2-е изд., испр.

и доп. – СПб. : Издательство «Лань», 2019. – 664 с.

3. Наноматериалы: учебное пособие / Д. И. Рыжонков, В. В. Лёвина, Э. Л. Дзидзигури. – 2е изд. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 365 с.

4. Абрашов А.А., Желудкова Е.А., Григорян Н.С., Ваграмян Т.А. Методы испытания покрытий. Лабораторный практикум [Электронный ресурс]. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2018.–104 с.

5. Концепция стандартизации в nanoиндустрии, одобренная Правлением Государственной корпорации «Российская корпорация нанотехнологий» от 17.03.2009, протокол № 10

6. Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании» (в редакции Федеральных законов от 09.05.2005 № 45-ФЗ, от 01.05.2007 № 65-ФЗ, от 01.12.2007 № 309-ФЗ, от 23.07.2008 № 160-ФЗ, от 18.07.2009 № 189-ФЗ, от 23.11.2009 № 261 -ФЗ, от 30.12.2009 № 384-ФЗ, от 30.12.2009 № 385-ФЗ)

7. Материаловедение: учеб. Пособие / А.П.Жуков, А.А. Абрашов, Д.В. Мазурова, Т.А. Ваграмян; М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. –138 с.

8. Жуков, А. П. Композиционные материалы на полимерной основе: учебное пособие / А. П. Жуков, А. А. Абрашов, Т. А. Ваграмян. –М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. – 212 с. : ил. – ISBN 978-5-7237-1000-9.

9. Жуков, А. П. Композиционные материалы на металлической основе: учебное пособие / А. П. Жуков, А. А. Абрашов, Т. А. Ваграмян. –М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. – 67 с. :– ISBN 978-5-7237-1048-1.

10. Материаловедение и основы технологии конструкционных материалов: тестовые задания : Учебные пособия / О. А. Василенко, Д. В. Мазурова, И. С. Страхов. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. – 158 с.

11. Жуков, А. П. Сталь: терминологический словарь: Учебное пособие / А. П. Жуков. –М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. – 129 с. : ил.; – 100 экз. – ISBN 978-5-7237-1412-0.

Дополнительная литература

12. Материаловедение. Технология конструкционных материалов: методическое пособие / сост. Т. А. Ваграмян [и др.]. –М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2009. – 24 с. : ил.

13. Беляков А. В. Коррозионная стойкость тугоплавких неметаллических и силикатных материалов: учеб. пособие. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2008. – 160 с.

14. Материаловедение в вопросах и ответах: Методические указания / О.А.Василенко, И.С. Страхов, Т.А. Ваграмян. –М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2014. – 48 с.

15. Материаловедение и технология металлов: учебник для вузов / Г.П.

- Фетисов, М.Г. Карпман, В.М. Матюнин; Ред. Г.П. Фетисов. – М.: Высш. шк., 2001. – 638 с. - ISBN 5-06-003616-
16. Жуков А.П., Основы материаловедения. ч. I. Металловедение. РХТУ им. Д.И.Менделеева, м., 1999. – 155 с.
 17. Шевченко А.А. Химическое сопротивление неметаллических материалов и защита от коррозии. – М.: Химия, КолосС, 2006. – 248 с.; ил.
 18. Пахомов В.С., Шевченко А.А. Химическое сопротивление материалов и защита от коррозии. М.: Химия, КолосС, 2009. – 444 с.: ил.
 19. Жук Н.П. Курс теории коррозии и защиты металлов. М.: ООО ТИД "Альянс", 2006. – 472 с.
 20. Швейцер Ф.А. Коррозия пластмасс и резин. – СПб.: Издательство «НОТ», 2010. – 640 с.
 21. Фрейтаг В., Стойе Д. Краски, покрытия и растворители. / Пер. с англ. под ред. Э.Ф. Ицко. СПб.: Профессия, 2007. – 528 с.
 22. Кулезнев В.Н., Шершнев В.А. Химия и физика полимеров, М.: КолоС, 2007, – 367 с.
 23. Яковлев А.Д. Химия и технология лакокрасочных покрытий 3-е изд., перераб. – СПб.: Химиздат, 2008. – 448 с.
 24. Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / С. А. Оглезнева, А. А. Сметкин, К. Муратов, Т. Р. Абляз, Е. А. Морозов. – Пермь: изд-во Перм. нац. исслед. политехи, ун-та, 2012. – 160 с.
 25. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля : учебное пособие : пер. с англ. / Д. Брандон, У. Каплан. – М.: Техносфера, 2006. – 377 с.
 26. Елисеев, А.А. Функциональные наноматериалы [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.А. Елисеев, А.В. Лукашин; под ред. Третьякова Б.Д.– Электрон. дан. – Москва: Физматлит, 2010. – 456 с.
 27. Старостин, В. В. Материалы и методы нанотехнологий [Текст]: учебное пособие / В. В. Старостин. – 2-е изд. –М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 431 с.
 28. Кокарев Г. А., Колесников В. А., Капустин Ю. И. Методы исследования поверхностей металлов в электрохимии. –М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева. 1999. –45 с.
 29. Камардин Н.Б., Суркова И.Ю. Метрология, стандартизация, подтверждение соответствия: учебное пособие. Издательство "Лань". 2013.–240 с.

Рекомендуемые источники научно-технической информации
Научно-технические журналы:

Журнал «Стекло и керамика» ISSN 0131-9582
Журнал «Reviews on advanced materials science» ISSN 1605-8127
Журнал «Вопросы материаловедения» ISSN 1994-6716
Журнал «Материаловедение» ISSN 1694-7193
Журнал «Новости материаловедения. Наука и техника» ISSN 2307-8952
Журнал «Перспективные материалы» ISSN 1028-978X
Журнал «Авиационные материалы и технологии» ISSN 2071-9140
Журнал «Письма о материалах» ISSN 2410-3535

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

1. <http://metallurgu.ru> – библиотека по вопросам металлургии.
2. <http://www.materialscience.ru> - сайт по вопросам материаловедения
3. <http://www.steeltimes.ru> - информационный портал о черной и цветной металлургии.
4. <http://www.worldsteel.org> - зарубежный информационный портал о металлургии.
5. <http://lib-bkm.ru> - открытый доступ к технической литературе.
6. <http://www.ifhtse.org> - сайт Международной федерации технологий термообработки и обработки поверхности International Federation for Heat Treatment and Surface Engineering.
7. <http://www.vstu.ru/nauka/izvestiya-volggtu/> Известия ВолГТУ. Тематика: «Проблемы материаловедения, сварки и прочности в машиностроении».
8. <http://metal-archive.ru> – сайт по вопросам металлургии.
9. <http://metallobook.ru> – открытый доступ к литературе по вопросам металлургии.
10. <http://www.matweb.com/> - база данных свойств материалов.
11. <http://www.stalimetal.li> Информационный портал о металлургии. База металлургической литературы.
12. <http://www.portalnano.ru/> - Нанотехнологии и наноматериалы. Федеральный интернет-портал.
13. <http://www.nsknano.ru/> - Новосибирские Наноматериалы.
14. <http://plasma.karelia.ru/pub/nano-kurs/> - «Нано Технологии».
15. <http://www.nanonewsnet.ru/> - Нанотехнологии Nanonewsnet | Сайт о нанотехнологиях #1 в России.
16. <http://nano-portal.ru/> - Нано Портал - Нанотехнологии России.
17. <http://www.scirp.org/journal/Index.aspx> - Scientific research. Open Access.
18. <http://www.intechopen.com/> - In Tech. Open Science.

19. <http://bookfi.org/g/> - BookFinder. Электронная библиотека рунета. Поиск книг и журналов.
20. <http://www.twirpx.com>- все для студента.
21. <http://www.rsl.ru> - Российская Государственная Библиотека
22. <http://www.gpntb.ru> - Государственная публичная научно-техническая библиотека России
23. <http://lib.msu.su> - Научная библиотека Московского государственного университета
24. <http://window.edu.ru> - Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов
25. <http://abc-chemistry.org/ru/> - ABC-Chemistry : Бесплатная научная химическая информация
26. <http://www.fips.ru/cdfi/fips2009.dll> - Сайт ФИПС. Информация о патентах
27. <http://findebookee.com/> - поисковая система по книгам
28. <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека
29. <http://lcweb.loc.go> - Библиотека Конгресса США

