

Ректор, проректор

подпись
«20»

« 20 »

2026 г.

Йошкар-Ола
2026 г.

1. Общие положения

Настоящая программа предназначена для лиц, поступающих в магистратуру по направлению 22.04.01 Материаловедение и технология материалов. Вступительный экзамен служит средством проверки базовых знаний по данному направлению. Овладение предлагаемым теоретическим материалом закладывает методологию поиска в выбранной области исследования и создает условия для целенаправленной подготовки и успешной сдачи вступительного экзамена: возможность подготовки по оборонным отраслям промышленности, в частности, по отраслям, связанным с производством металлокерамических корпусов для микросхем, металлокерамических коммутационных плат и других изделий электроники.

Программа состоит из вопросов к экзамену и аннотаций ответов к ним, рекомендуемой литературы.

2. Примерные опросы к вступительному экзамену

1. Общие требования к керамике. Требования к керамике как конструкционному материалу. Требования к керамическим и металлокерамическим изделиям электронной техники. Требования стабильности размерных характеристик.

2. Химико - минералогические свойства керамики. Основные компоненты алюмооксидной керамики. Их назначение, степень и механизм влияния на свойства металлокерамических изделий электронной техники.

3. Вакуумные свойства керамики. Требование и критерии вакуумплотности материалов. Проблемы и возможности обеспечения вакуумных свойств керамики. Вакуумплотная алюмооксидная керамика.

4. Газовыделение керамики. Источники газовыделения керамики и других материалов. Пути и возможности снижения газовыделения материалов электронной техники. Возможность повышения надежности изделий радиоэлектроники.

5. Газопроницаемость керамики. Понятие пористости, как существенного признака качества металлокерамики для электронной техники. Другие пути снижения газопроницаемости керамических материалов и сплавов на их основе.

6. Механические свойства керамики. Основные характеристики механических свойств материалов. Технологические факторы, определяющие прочность изделий. Факторы структуры и состава, влияющие на механические свойства изделий.

7. Упругость керамики. Влияние упругости керамики на конструкционные свойства изделий. Факторы, определяющие упругость керамики. Влияние упругости на функциональные характеристики изделий электронной техники.

8. Термическое расширение керамики. Требования и характеристики, определяющие значимость термического расширения керамики для технологии и функциональных свойств электронных изделий.

9. Теплоемкость и теплопроводность керамики. Определение и количественная характеристика теплоемкости и теплопроводности керамических материалов. Проблема теплоотвода в изделиях электронной техники и пути ее решения.

10. Диэлектрическая проницаемость и потери керамики. Значимость диэлектрических характеристик керамических материалов для керамических корпусов изделий цифровой электронной техники. Пути стабилизации диэлектрических свойств.

11. Электрические потери в керамике. Виды электрических потерь в материалах электронной техники. Проблема электрических потерь в корпусах микросхем и пути ее устранения в процессе производства керамических изделий.

12. Радиационная стойкость керамики. Влияние радиации на работу микросхем и роль корпусов в ослаблении такого влияния. Факторы повышающие чувствительность керамики к радиационному воздействию.

13. Свойства вольфрама и молибдена. Вольфрам и молибден как материалы для металлокерамических изделий электронной техники. Металлокерамические спаи на основе вольфрама и молибдена.

14. Взаимодействие металлизации со стеклофазой. Понятие «стеклофаза» в металлокерамике для изделий электронной техники. Состав, структура и свойства стеклофазы.

15. Процессы спекания в металлизации. Спекание порошковых металлов и особенности спекания при производстве изделий электронной техники, предназначенных для коммутации электрических сигналов и защиты микросхем.

16. Прочность связи металлизации. Металлокерамические спаи в корпусах и платах электронной техники. Механизм формирования металлокерамического спаи с участием стеклофазы.

17. Гальваническая металлизация в металлокерамике. Необходимость и требования, определяющие применение гальванопокрытий в металлокерамических изделиях электроники. Технология гальванопокрытий.

18. Химическое никелирование в металлокерамике. Особенности получения химических металлизационных покрытий, их отличие от гальванопокрытий. Назначение и требования к химическим металлизационным покрытиям.

19. Испытание спаев на изгиб и нагрев. Назначение испытаний в электронике и материаловедении. Испытания на изгиб при оценке качества производства металлокерамических корпусов микросхем.

20. Металлографический анализ в технологии керамики. Назначение и роль металлографических исследований при производстве корпусов микросхем. Подготовка образцов для металлографических исследований.

21. Фоторезистивные материалы и их экспонирование.

Назначение и характеристики фоторезистивных материалов в технологии микросхем и печатных плат. Процесс экспонирования и характеристики источников освещения.

22. Материалы фотошаблонов.

Назначение и характеристики материалов для получения фотоэмульсий. Состав и структура фотошаблонов, назначение защитных слоев в составе фотошаблонов.

23. Серебросодержащие фотоматериалы. Экспонирование и проявление в технологии серебросодержащих фотошаблонов. Операция задубливания при работе с серебросодержащими фотошаблонами

24. Трафаретная печать в технологии печатных плат.

Достоинства и недостатки трафаретной печати. Методика изготовления сетчатых трафаретов в технологии печатных плат. Методика нанесения рисунка в толсто пленочной технологии.

25. Травление металлизации в технологии печатных плат.

Назначение операции травления в технологии печатных плат, Виды травителей, применяемых в технологии плат. Достоинства и недостатки хлорного железа как травителя.

26. Аддитивные и субтрактивные методы изготовления печатных плат.

Достоинства и недостатки аддитивного и субтрактивного методов изготовления печатных плат. Основные этапы технологического процесса при производстве печатных плат.

3. Рекомендуемая литература

3.1 Основная литература

1. Кларк Эшли Р., Эберхард Колин Н. Микроскопические методы исследования материалов. М.: Техносфера. 2007. -376 с.
2. А. Медведев Печатные платы, конструкции и материалы. М.: Техносфера 2005. -304 с.
3. Д.Брандон, У. Каплан Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля. М.: Техносфера 2004. – 2004.- 384 с.
4. Тонкая техническая керамика. / Под ред. Янагида Х. / Япония, 1982; Пер с японск. М.: Металлургия, 1986, 279 с.
5. Каллистер У., Ретвич Д. Материаловедение: от технологии к применению (металлы, керамика, полимеры) / Пер. с англ. Под ред. Малкина А.Я. – СПб., Научные основы и технологии, 2011 . – 896 с.
6. Справочник Шпрингера по нанотехнологиям (в 3 - х томах) Том 3 Москва: Техносфера, 2010. – 832 с.
7. Термическое старение керамики. Андрианов Н.Т., Лукин Е.С. М., Металлургия , 1979, 100 с.
8. Мусин Р.А., Конюшков Г.В., М., Машиностроение, 1991. – 224 с. : ил.

3.2 Дополнительная литература

1. Батыгин В.Н., Метелкин И.И., Решетников А.М. Вакуумплотная керамика и ее спай с металлами.// Под ред. Н.Д. Девяткова М.Энергия.1973.-408 с. Ил.
2. Лавренко В.А., Гогоци Ю.Г. Коррозия конструкционной керамики.– М., Металлургия, 1989. 199 с.
3. Козлов П.И., Скулкин Н.М., Михеева Е.В. Проблема разработки системы качества металлокерамических плат и корпусов микросхем. // Вестник марийского государственного технического университета Серия: «Радиотехнические и инфокоммуникационные системы». – 2011. - №3. – с.102-108
4. Ермолаев Е.В., Скулкин Н.М. Структурная неоднородность керамики в условиях массового производства металлокерамических корпусов микросхем // Всероссийский научно-технический журнал: «Проектирование и технология электронных средств». – 2012. - №1. – с.71-75.