

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(НИЯУ МИФИ)**

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор НИЯУ МИФИ
_____ О.В. Нагорнов
«__» _____ 2020 г

Ответственный секретарь
приемной комиссии
_____ И.В. Цветков
«__» _____ 2020 г

Программа вступительного испытания
по направлению подготовки научно-педагогических кадров в
аспирантуре
22.06.01 «ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ»

Форма обучения
очная

Москва, 2020

Программа вступительного испытания сформирована на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования.

Форма проведения испытания:

Вступительное испытание по направлению подготовки аспирантов «Технологии материалов» проводится в виде собеседования с обязательным оформлением ответов на вопросы билета в письменном виде. Собеседование проводится с целью выявления у абитуриента объёма научных знаний, научно-исследовательских компетенций, навыков системного и критического мышления, необходимых для обучения в аспирантуре. Абитуриент должен показать профессиональное владение теорией и практикой в предметной области, продемонстрировать умение вести научную дискуссию.

Структура испытания:

Испытание состоит из ответов на вопросы билета и дополнительные вопросы в рамках программы вступительного испытания.

Оценка испытания:

Оценка за собеседование выставляется по 100-балльной шкале. Минимальный балл, необходимый для успешного прохождения собеседования и дальнейшего участия в конкурсе – 60 баллов.

Критерии оценки результатов испытания:

100-90 баллов - даны исчерпывающие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией, абитуриент демонстрирует глубокие теоретические знания, умение сравнивать и оценивать различные научные подходы, пользоваться современной научной терминологией.

89-80 баллов - даны полные, достаточно глубокие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией, абитуриент демонстрирует хорошие знания, умение пользоваться современной научной терминологией.

79-70 баллов - даны обоснованные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией, абитуриент демонстрирует хорошие знания.

69-60 баллов - даны в целом правильные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией, при этом абитуриент недостаточно аргументирует ответы.

59-0 баллов – абитуриент демонстрирует непонимание основного содержания теоретического материала, поверхностность и слабую аргументацию суждений или допущены значительные ошибки.

Вопросы для подготовки к вступительному испытанию

Направление: 22.06.01 «Технологии материалов»

Научная специальность: 05.16.06 «Порошковая металлургия и композиционные материалы»

1. Основные характеристики технологических схем производства порошков.

Типичные характеристики технологических схем производства исходных порошков, их смешение, формование (прессование), спекание и последующая обработка. Назначение основных производственных операций.

1.1 Производственные процессы, основные методы и аппаратура для контроля свойств порошков.

Классификация и основные характеристики наиболее распространенных процессов производства порошков. Основные методы исследования и контроля свойств порошков.

Механические методы производства порошков: резание, размол в шаровых, вихревых, вибрационных, планетарных и других мельницах и атриторах. Роль среды при измельчении.

Поверхностно-активные вещества. Принципы конструкции и действия мельниц, атриторов.

Применение их при производстве порошков.

Приготовление порошков распылением жидких металлов, сплавов и соединений, общая характеристика методов распыления.

Производство порошков восстановлением водородом, углеродом, металлами.

Классификация методов восстановления порошков металлов по типу исходного сырья (окислы, соли), применяемых восстановителей и оборудования.

Основные промышленные способы получения порошков железа, кобальта, тугоплавких металлов и их сплавов и соединений восстановлением углеродом, водородом, металлами.

Самораспространяющейся высокотемпературный синтез.

Совмещение процессов восстановления и химико-термической обработки. Приготовление порошков тугоплавких соединений (карбидов, боридов, нитридов, силицидов, гидридов).

Оборудование для производства порошков восстановлением.

Плазменные процессы восстановления порошков, их особенности. Порошки,готавливаемые этим методом, и их характеристики. Конструкции установок.

Связь между физическими и технологическими свойствами порошков.

Требования, предъявляемые к порошкам в производстве заготовок и изделий из них.

Транспортировка и хранение порошков.

2. Процессы подготовки и смешивания порошков.

Отжиг, гомогенизация, довосстановление, физико-химическая сущность и практика технологии. Классификация и разделение смеси порошков на фракции по размерам частиц, составление смесей. Смешивание порошков в смесительных барабанах, шаровых, вибрационных мельницах и другими методами. Укрупнение партий.

Введение смазывающих, пластифицирующих и склеивающих веществ для улучшения условий формования.

1.3 Процессы формования заготовок и изделий из порошков, методы и аппаратура контроля.

Классификация методов формования. Общая характеристика основных явлений, наблюдаемых при уплотнении порошков. Внешнее и межчастичное

трение, боковое давление. Распределение плотности по объему брикета, упругое последствие.

Распределение напряжений и плотности при прессовании изделий в закрытых пресс-формах. Дозировка и засыпка шихты в полость прессформы. Методы получения равномерной плотности при прессовании деталей изделий сложной формы.

Свойства спрессованных брикетов. Упругое последствие, пористость, прочность, твердость, электропроводность.

Прессформы для холодного прессования. Классификация прессформ, для прессования деталей различной сложности и их особенности. Элементы конструкций прессформ, обеспечивающие заполнение полости матрицы порошком и выталкивание из прессформы спрессованного брикета. Прессы для холодного прессования в закрытых прессформах. Автоматические прессформы. Специализированные пресса - автоматы.

Виды брака при прессовании, |Их причины и устранение. Техника безопасности при формовании заготовок.

Методы и приборы контроля определение усадки, пористости, механических и других свойств штабиков из формованных заготовок. Методы и приборы для контроля.

Методы интенсификации процессов формования.

1.4 Спекание

Сущность и технические задачи спекания. Классификация типов процессов спекания. Общие сведения о различных типах дефектов в кристаллах, причины их возникновения: подвижность атомов, диффузия, крип и рекристаллизация в металлах и сплавах. Ползучесть кристаллических тел при высоких температурах. Механизм перемещения вакансий и дислокаций, их взаимодействия. Поверхностное натяжение как движущая сила спекания.

Капиллярное давление. Изменение свободной поверхности и усадка при спекании.

Закономерности усадки при спекании.

Основные стадии процессов спекания. Взаимное пререкание твердых тел, контактирующих по плоскости и в точке. Закономерности и кинетика спекания многокомпонентных систем без образования жидкой фазы, особенности усадки при спекании систем с образованием твердых растворов и интерметаллических соединений с учетом влияния гетеродиффузии.

Закономерности и кинетика спекания систем в присутствии жидкой фазы. Механизм спекания, поверхностное натяжение на границе твердого и расплавленного металлов, перекристаллизация через жидкую фазу.

Закономерности спекания под давлением, горячее прессования. Структура и свойства спеченных изделий.

Их зависимость от условий спекания и характеристики исходных порошков. Различия и сходство в свойствах, структуре и составе спеченных и литых металлов и сплавов.

2. Порошковые материалы.

Пористые материалы.

Подшипники. Бронзографитовые и железографитовые материалы. Основы технологии производства пористых подшипников. Эксплуатационные характеристики пористых подшипников. Возможные пути улучшения физико-механических свойств подшипников на железной основе за счет легирования медью.

Экономическая эффективность от применения спеченных пористых подшипников. Металлические фильтры. Общая характеристика спеченных фильтров и их основные свойства. Материалы, применяемые для изготовления металлических фильтров; факторы, влияющие на свойства металлических фильтров и аналогичных пористых спеченных изделий.

Другие виды пористых материалов. Уплотнительные материалы для газовых турбин.

Электроды и пластины аккумуляторов для электрохимических производств. Уплотнительные материалы для химического машиностроения зачеканки труб. Спеченные материалы для охлаждения выпотеванием, пеноматериалы, беспористые и малопористые антифрикционные и фрикционные материалы.

Фрикционные материалы. Общая характеристика спеченных фрикционных материалов. Требования к фрикционным материалам. Физико-механические свойства и области применения. Технология изготовления. Магнитные материалы. Классификация магнитных материалов. Магнитодиэлектрики, магнитомягкие материалы, ферриты получаемые методами порошковой металлургии.

Сравнительные свойства литых и спеченных магнитных материалов.

Технологические примеры производства конструкционных деталей: шестерни, поршневые кольца, шаблоны, детали приборостроения, бытовых машин. Методы получения конструкционных изделий повышенной прочности: Многократное прессование и спекание, ударное прессование, пропитка медью и ее сплавами, горячая штамповка пористых заготовок, применение легированных порошков, особенности термообработки и химико-термической обработки спеченных деталей.

Технико-экономические преимущества методов порошковой металлургии в производстве машинных деталей. Тугоплавкие металлы. Вольфрам и молибден. Требования к исходным порошкам, применяемым для получения компактных ковких металлов. Влияние технологии прессования и спекания на свойства. Влияние искусственных присадок на свойства металлов.

Тяжёлые сплавы на основе вольфрама, физико-химические основы и сущность технологии их применения. Тугоплавкие и твёрдые бескислородные соединения.

Общая характеристика нитридов, карбидов, боридов, силицидов, гидридов, халькокогенидов. Кристаллическая структура, электронная структура и природа межатомных связей, физико-химические свойства тугоплавких соединений. Классификация тугоплавких соединений по типам и областям применения.

3. Композиционные материалы с металлической матрицей (композиты)

Классификация композитов.

Дисперсно-упрочненные, многослойные, волокнистые и не направленно закристаллизованные композиты. Основные задачи, решаемые с применением композитов в конструкциях. Понятие о матрице, и арматуре, их функции в композите и требования, предъявляемые к ним. Физико-химическое взаимодействие компонентов композита между собой.

Классификация композитов по типу взаимодействия его компонентов. Понятие о термодинамической, кинетической и механической совместимости компонентов композита. Термические и фазовые напряжения в композитах. Пути оптимизации взаимодействия компонентов композита, дисперсно-упрочненные композиты. Механизм повышения их сопротивления пластической деформации и упрочнения композитов частицами. Основные принципы выбора упрочняющих частиц.

Основная литература

- 1 Порошковые легированные стали / В.Н. Анциферов, В.Б. Акименко, Л.М. Гревнов -2-е изд., перераб. и доп. М.: Металлургия 1991.- 318 с.
2. Металлургические композиты. Введение в феноменологическую теорию. / Г.А. Бабушкин, В.Я. Буланов, И.А. Сеницкий. Свердловск: ИЦ АН СССР. 1987, - 312 с.
3. Либенсон Г.А. Процессы порошковой металлургии. в 2-х т. / Г.А. Либенсон, Лопатин В.Ю., Комарницкий Г.В. - М.: МИСИС, 2001. Т.1. 368 с.- Т.2. - 320 с.