

ФАНО РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ МАШИНОВЕДЕНИЯ
УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ИМАШ УрО РАН)

Утверждаю
Директор ИМАШ УрО РАН
Э.С. Горкунов
« 03 » 2014 г.



ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА В АСПИРАНТУРУ
по специальности для обучающихся по направлению подготовки 22.06.01
– Технологии материалов по направленности (профилю) подготовки –
Материаловедение (по отраслям)
(уровень подготовки кадров высшей квалификации)

Екатеринбург 2014

1. ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с Приказ Министерства образования и науки РФ от 26.03.2014 г. № 233 «Об утверждении порядка приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (с изменениями, внесенными приказом Минобрнауки РФ от 19.05.2015 г. №511)», поступающие в аспирантуру сдают вступительные экзамены в соответствии с государственными образовательными стандартами высшего профессионального образования, в том числе по выбранной специальности. При отсутствии опубликованных научных работ обязательным условием допуска к экзамену по специальности является подготовка реферата, который должен показать готовность поступающего к научной работе. Лица, получившие положительный отзыв на реферат или опубликованные научные работы, допускаются к вступительным экзаменам в аспирантуру.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕФЕРАТУ

Вступительный реферат является самостоятельной работой, содержащей обзор состояния сферы предполагаемого исследования. Объем реферата составляет 10-25 страниц печатного текста. В реферате автор должен продемонстрировать четкое понимание проблемы, знание дискуссионных вопросов, связанных с ней, умение подбирать и анализировать фактический материал, умение сделать из него обоснованные выводы, наметить перспективу дальнейшего исследования.

Тема реферата определяется научным руководителем аспиранта.

3. ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА

1. Строение атома и периодическая система элементов Д.И. Менделеева. Электронная структура. Типы межатомных связей в кристаллах. Решетки Бравэ. Кристаллографические индексы направлений и плоскостей. Аморфные и кристаллические тела. Анизотропия свойств кристаллов. Дефекты кристаллического строения: точечные, линейные, поверхностные и объемные. Дислокационная структура и прочность металлов.
2. Фуллерены и нанотрубки. Наноструктурное строение веществ. Процессы самоорганизации дислокационной и фрактальной структур материалов с позиций синергетики.
3. Зонная теория твердых тел. Связь физических свойств с поведением электронов. Теплопроводность, электропроводность и электронная теплоемкость металлов. Термоэлектронная эмиссия. Сверхпроводимость. Электронное строение полупроводников и диэлектриков.
4. Магнитные свойства материалов. Диамагнетизм, парамагнетизм, ферромагнетизм.
5. Агрегатные состояния веществ. Энергетические условия и термодинамика процесса кристаллизации. Форма кристаллических образований. Строение слитка. Полиморфизм. Магнитные превращения. Аморфное состояние металлов. Аморфные сплавы.
6. Структурные изменения в металлах в условиях холодной и горячей пластической деформации. Температура рекристаллизации. Строение металлов после возврата и рекристаллизации. Механизм и стадии процесса рекристаллизации. Условия реализации направленной кристаллизации.
7. Условия термодинамического равновесия. Определение системы, фазы, структуры. Смеси, химические соединения, твердые растворы, промежуточные фазы. Правило фаз.
8. Основные типы диаграмм состояния двойных сплавов и методы их построения. Эвтектическое и перитектическое превращения. Виды ликвации. Фазовые и структурные превращения в твердом состоянии. Эвтектоидное превращение. Связь между свойствами сплавов и типом диаграммы состояния.
9. Диаграммы состояния системы Fe-C. Влияние легирующих компонентов на критические точки железа и стали, свойства феррита и аустенита.

10. Фазовые превращения в стали при нагреве и охлаждении. Процесс образования аустенита при нагреве. Влияние состава стали на процесс распада аустенита. Понятие отпуска, закалки, старения, усталости.
11. Металлографические и фрактографические методы исследования, оптическая, электронная, в том числе дифракционная микроскопия (просвечивающий и сканирующий электронные микроскопы, туннельная микроскопия). Рентгеновские методы исследования: структурный и спектральный методы анализа.
12. Магнитный и электрический методы анализа фазовых и структурных превращений. Метод термо ЭДС. Метод ядерного магнитного резонанса.
13. Ультразвуковая дефектоскопия. Рентгеновская и гамма-дефектоскопия. Метод вихревых токов. Магнитная и тепловая дефектоскопия.
14. Пластическая и упругая деформация. Плоская деформация. Концентрация напряжений. Остаточные напряжения, определение, классификация.
15. Процессы скольжения и двойникования. Краевые, винтовые и смешанные дислокации. Вектор Бюргерса. Взаимодействие дислокаций между собой и с примесями. Влияние границ зерен на пластическую деформацию поликристаллов. Дисклинации. Сверхпластичность. Влияние пластической деформации на структуру и свойства материалов. Механизм упрочнения. Деформационное упрочнение.
16. Виды разрушения материалов. Механизмы зарождения трещин. Силовые, деформационные и энергетические критерии локального разрушения. Трещиностойкость. Подходы механики разрушения к выбору конструкционных материалов, расчету размера допустимого дефекта и прогнозированию долговечности. Фрактография как метод количественной оценки механизма разрушения.
17. Классификация методов механических испытаний. Значение механических характеристик в материаловедении.
18. Механические свойства, определяемые при статическом нагружении. Испытания на растяжение, сжатие, изгиб, кручение. Влияние легирования, структуры концентраторов напряжений и масштабного фактора на характеристики механических свойств.
19. 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.
20. Механические свойства, определяемые при циклическом нагружении. Усталость, диаграммы усталости, предел выносливости. Малоцикловая и многоцикловая усталость. Природа усталостного разрушения. Влияние различных факторов на сопротивление усталости.
21. Поведение материалов под нагрузкой при охлаждении от комнатных температур до криогенных. Хладостойкость и критическая температура хрупкости, методы определения.
22. Закономерности окисления металлов. Коррозия металлов и сплавов под напряжением. Сопротивляемость материалов кавитационному и эрозионному разрушению. Влияние радиационного облучения на строение и свойства материалов.
23. Термическая обработка стали. Основные виды термической обработки стали. Выбор вида термической обработки в зависимости от назначения изделия и условий его эксплуатации. Влияние термической обработки на свойства конструкционных сталей и сварных соединений.
24. Химико-термическая обработка. Общие закономерности. Цементация с последующей термической обработкой. Азотирование. Влияние легирующих компонентов на толщину, твердость и износостойкость азотированного слоя. Нитроцементация стали. Диффузионная металлизация: алитирование, хромирование, силицирование и т.п.
25. Поверхностное упрочнение металлов и сплавов путем воздействия концентрированных потоков энергии. Поверхностное упрочнение металлов и сплавов путем воздействия пластической деформации. Физическая сущность процесса. Роль остаточных напряжений. Области применения.
26. Деформация изделий при их обработке и способы ее предупреждения.

27. Критерии прочности, надежности, долговечности и износостойкости. Методы повышения конструкционной прочности.
28. Цветные металлы и их сплавы. Методы получения и обработки.
29. Магнитные материалы. Классификация материалов по магнитным свойствам. Кривая намагничивания. Процессы, происходящие при намагничивании монокристалла. Низкочастотные и высокочастотные магнитомягкие материалы.
30. Материалы с особыми тепловыми и упругими свойствами. Сплавы с заданными коэффициентом теплового расширения и модулем упругости.
31. Проводниковые и полупроводниковые материалы. Электропроводность твердых тел. Материалы высокой проводимости: проводниковые, припои, сверхпроводники. Сплавы повышенного электросопротивления. Контактные материалы. Полупроводниковые материалы. Строение и свойства. Кристаллофизические методы получения сверхчистых материалов. Легирование полупроводников.
32. Материалы атомной техники. Конструкционные материалы. Ядерное горючее. Теплоносители.
33. Материалы, обладающие эффектом памяти формы. Классификация, структура, физико-механические свойства. Применение в машиностроении.
34. Принципы создания и основные типы композиционных материалов. Механические свойства композиционных материалов. Механизм разрушения. Основы расчета на прочность изделий из композиционных материалов.
35. Стеклообразные и керамические материалы. Нанокристаллические материалы. Стекланные смазки и защитные покрытия. Эмали для защиты металлов. Техническая керамика. Огнеупорные и конструкционные керамические материалы. Графит и его модификации в качестве конструкционных материалов.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Материаловедение / Б.Н.Арзамасов, В.И.Макарова, Г.Г.Мухин и др. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001.
2. Абраимов Н.В., Елисеев В.С., Крылов В.В. Авиационное материаловедение и технология обработки металлов / Под ред. Н.В. Абраимова. М.: Высш. школа, 1998.
3. Белкин П.Н. Электро-химико-термическая обработка металлов и сплавов / П.Н. Белкин. - М.: Мир, 2005. - 335 с.
4. Брандон Д. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля / Д. Брандон, У. Каплан; пер. с англ. Под ред. С.Л. Баженова. - М.: Техносфера, 2006. - 377 с.
5. Синдо Д. Аналитическая просвечивающая электронная микроскопия /Д. Синдо, Т. Оикава; пер. с англ. С.А.Иванова. - М.: Техносфера, 2006. - 249 с.
6. К. Уорден. Овые интеллектуальные материалы и конструкции. Свойства и применение / К. Уорден. М.: Техносфера, 2006. - 2223 с.
7. Геллер Ю.А., Рахштадт А.Г. Материаловедение. М.: Металлургия, 1989.
8. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение. М.: Машиностроение, 1990.
9. Мэтьюз, Ф. Композитные материалы: Механика и технология / Ф. Мэтьюз, Р. Ролингс. - М.: Техносфера, 2004. 406 с.
10. Материаловедение и технология металлов / Г.П.Фетисов, М.Г. Карпман, В.М. Матюнин и др.; Под ред. Г.П. Фетисова М.: Высш. школа, 2001.
11. Гуляев А.П. Металловедение. М.: Металлургия, 1986.
12. Новиков И.И., Розин К.М. Кристаллография и дефекты кристаллической решетки. М.: Металлургия, 1990.
13. Эшби М.Ф. Конструкционные материалы: полный курс / М. Эшби, Д. Джонс; пер. 3-го англ. изд. под ред. С.Л. Баженова. - Долгопрудный: Интеллект, 2010. - 671 с.
14. Епифанов, Г.И. Физика твердого тела: учебное пособие / Г.И. Епифанов. - Спб.: Лань, 2010. - 287 с.
15. Партон В.З. Механика разрушения. От теории к практике. М.: Наука, 1990.

16. Синергетика и фракталы в материаловедении / В.С.Иванова, А.С. Баланкин, И.Ж. Бунин, А.А. Оксогоев. М.: Наука, 1994.
17. Шмитт-Томас К.Г. Металловедение для машиностроения. М.: Metallurgia, 1995.
18. Колачев Б.А., Елагин В.И., Ливанов В.А. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов. М.: Изд-во МИСИС, 1999.
19. Сталь на рубеже веков / Под ред. Ю.С. Карабасова. М.: Изд-во МИСИС, 2001.
20. Композиционные материалы: Справочник/ В.В.Васильев, В.Д.Протасов, В.В.Болотин и др. - М.: Машиностроение, 1990. - 512 с.

Программа вступительного экзамена в аспирантуру по специальности для обучающихся по направлению подготовки 22.06.01 – Технологии материалов по направленности (профилю) подготовки – Металловедение (по отраслям) рассмотрена ученым советом ИМАШ УрО РАН «3» июля 2014 г., протокол № 5 и рекомендована к утверждению.

Составитель

Зав. аспирантурой, к.т.н.



Субачев Ю.В.

Согласовано:

Ученый секретарь, к.т.н.



Поволоцкая А. М.

Зам. директора по научным вопросам, д.т.н.



Буров С.В.