

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



Утверждаю
Проректор по НИД
В.Ф. Фефелов
«29» 09 2020 год

**ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ
по специальной дисциплине**

на обучение по программам
подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре


22.06.01 – «Технологии материалов»

Наименование направленности: «Материаловедение»

Программа вступительных испытаний разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов» (уровень магистра).

Программу составил:

к.т.н., доцент, зав. секции «Материаловедение и технология конструкционных материалов»
каф. «Машиностроение и материаловедение»
Негров Д.А.



подпись расшифровка подписи

« 3 » 09 2020 г.

Программа обсуждена и одобрена на заседании
каф. «Машиностроение и материаловедение»

Протокол № 1 от «08» 09 2020 г.

Зав. каф. «Машиностроение и материаловедение»

д.т.н., профессор Еремин Е.Н.



подпись расшифровка подписи

« 08 » 09 2020 г.

Согласовано:

Руководитель направления
22.06.01 «Технологии материалов»

Зав. каф. «Машиностроение и материаловедение»

д.т.н., профессор Еремин Е.Н.



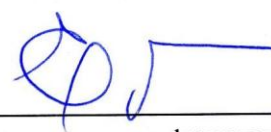
подпись расшифровка подписи

« 08 » 09 2020 г.

Руководитель направленности «Материаловедение»

Зав. каф. «Машиностроение и материаловедение»

д.т.н., профессор Еремин Е.Н.



подпись расшифровка подписи

« 08 » 09 2020 г.

Направленность программы «Материаловедение»

1.1. Строение и свойства материалов

Строение атома и периодическая система элементов Д.И. Менделеева. Атомно-кристаллическое строение. Типы межатомных связей в кристаллах.

Кристаллическое строение твердых тел. Типы кристаллических решеток металлов и их характеристика. Реальное строение металлических и неметаллических кристаллов. Анизотропия свойств кристаллов. Дефекты кристаллического строения: точечные, линейные, поверхностные и объемные. Дислокационная структура и прочность металлов. Металлы и их свойства. Металлическая связь.

Наноструктурное строение веществ. Процессы самоорганизации дислокационной и фрактальной структур материалов с позиций синергетики.

1.2. Основы электронной теории твердых тел

Зонная теория твердых тел. Связь физических свойств с поведением электронов. Теплопроводность, электропроводность и электронная теплоемкость металлов. Термоэлектронная эмиссия. Сверхпроводимость. Электронное строение полупроводников и диэлектриков.

1.3. Формирование структуры металла при кристаллизации

Агрегатные состояния веществ. Энергетические условия и термодинамика процесса кристаллизации. Самопроизвольная и несамопроизвольная кристаллизация. Форма кристаллических образований. Строение слитка.

Анизотропия свойств металлов. Полиморфизм. Магнитные превращения. Аморфное состояние металлов. Аморфные сплавы.

1.4. Строение пластически деформированных металлов

Структурные изменения в металлах в условиях холодной и горячей пластической деформации. Кристаллизация. Свободная энергия. Температура рекристаллизации. Строение металлов после возврата и рекристаллизации. Механизм и стадии процесса рекристаллизации. Условия реализации направленной кристаллизации.

1.5. Основы теории сплавов и термической обработки

Условия термодинамического равновесия. Определение системы, фазы, структуры. Смеси, химические соединения, твердые растворы, промежуточные фазы. Правило фаз.

Диаграммы состояния сплавов. 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.

Диаграммы состояния железцементита и железграфита. Фазы и структурные составляющие диаграммы состояния Fe-Fe₃C. Влияние легирующих компонентов на критические точки железа и стали, свойства феррита и аустенита.

Фазовые превращения в стали при нагреве и охлаждении. Процесс образования аустенита при нагреве. Механизм превращений переохлажденного аустенита. Изотермические и термокинетические диаграммы. Влияние состава стали на процесс распада аустенита. Критическая скорость охлаждения при закалке. Мартенситное превращение, механизм и кинетика. Структура и свойства мартенсита. Влияние деформации на мартенситное превращение. Превращения при отпуске стали. Термодинамика и процесс коагуляции. Изменение структуры и свойств при отпуске. Отпускная хрупкость и способы ее предотвращения.

1.6. Методы исследования структуры и фазового состава

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.

1.7. Методы исследования физических свойств и фазовых превращений в металлах и сплавах

Магнитный и электрический методы анализа фазовых и структурных превращений. Метод термо ЭДС. Метод ядерного магнитного резонанса.

Метод ядерного гамма-резонанса.

1.8. Физические методы неразрушающего контроля дефектов материалов

Ультразвуковая дефектоскопия. Рентгеновская и гамма-дефектоскопия. Метод вихревых токов. Магнитная и тепловая дефектоскопия.

1.9. Схемы напряженного и деформированного состояния материалов

Плоское и объемное напряженные состояния. Плоская деформация. Концентрация напряжений. Остаточные напряжения, определение, классификация.

1.10. Упругие свойства материалов

Модуль упругости и его зависимость от кристаллической структуры материала. Упругое последствие, упругий гистерезис, внутреннее трение.

1.11. Пластическая деформация и деформационное упрочнение

Пластическая деформация. Процессы скольжения и двойникования. Краевые, винтовые и смешанные дислокации. Вектор Бюргерса. Скольжение и переползание дислокаций. Взаимодействие дислокаций между собой и с примесями. Особенности деформации моно- и поликристаллов. Влияние границ зерен на пластическую деформацию поликристаллов. Дисклинации. Сверхпластичность. Влияние пластической деформации на структуру и свойства материалов. Механизм упрочнения. Деформационное упрочнение. Упрочнение твердых растворов при взаимодействии дислокаций с примесями внедрения. Дисперсионное твердение. Твёрдые растворы замещения и внедрения.

1.12. Разрушение материалов

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.

1.13. Механические свойства материалов и методы их определения

Виды механических испытаний материалов. Значение механических характеристик в материаловедении.

Механические свойства металлов и сплавов и их основные параметры. Механические свойства материалов, определяемые при статическом нагружении. Испытания на растяжение, сжатие, изгиб, кручение, трещиностойкость. Влияние легирования, структуры концентраторов напряжений и масштабного фактора на характеристики механических свойств.

Механические свойства, определяемые при динамическом нагружении. Влияние скорости деформирования на характеристики прочности и пластичности. Динамические испытания на изгиб образцов. Механические свойства при растяжении. Твёрдость. Ударная вязкость. Методы определения ударной вязкости и ее составляющих.

Механические свойства, определяемые при циклическом нагружении. Усталость, диаграммы усталости, предел выносливости. Малоцикловая и многоцикловая усталость. Природа усталостного разрушения. Влияние различных факторов на сопротивление усталости.

Виды испытания на твердость вдавливанием и царапанием. Триботехнические испытания.

1.14. Поведение материалов под нагрузкой при охлаждении и нагреве

Поведение материалов под нагрузкой при охлаждении от комнатных температур до криогенных. Хладостойкость и критическая температура хрупкости, методы определения.

Поведение материалов под нагрузкой при нагреве от комнатных температур до температуры рекристаллизации и выше. Синеломкость и тепловая хрупкость. Жаростойкость и жаропрочность. Ползучесть, диаграммы ползучести, предел ползучести. Теория рекристаллизационной ползучести. Длительная прочность, диаграммы длительной прочности, предел длительной прочности. Механизм хрупкого разрушения при ползучести. Релаксация напряжений, диаграммы релаксации, релаксационная стойкость. Влияние легирования и структуры на характеристики жаропрочности материалов.

1.15. Воздействие внешней среды

Адсорбционные процессы при деформации и разрушении металлов. Эффект Ребиндера. Влияние поверхностно-активных сред на прочность металлов и сплавов.

Закономерности окисления металлов. Коррозия металлов. Виды коррозии по механизму протекания. Коррозия металлов и сплавов под напряжением. Коррозионное растрескивание. Межкристаллитная коррозия. Сопrotивляемость материалов кавитационному и эрозионному разрушению. Влияние радиационного облучения на строение и свойства материалов.

1.16. Технология химико-термической, термомеханической обработки и поверхностного упрочнения материалов

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.

Общие закономерности химико-термической обработки. Цементация с последующей термической обработкой. Азотирование. Влияние легирующих компонентов на толщину, твердость и износостойкость азотированного слоя. Структура и свойства азотированной стали. Нитроцементация стали. Диффузионная металлизация: алитирование, хромирование, силицирование и т.п. Многокомпонентные покрытия. Диффузионное насыщение в ионизированных газовых средах.

Термомеханическая обработка. Основные виды: предварительная высокотемпературная, низкотемпературная. 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. Физическая сущность процесса. Роль остаточных напряжений. Области применения.

1.17. Конструкционная прочность материалов

Критерии прочности, надежности, долговечности и износостойкости. Методы повышения конструкционной прочности.

1.18. Конструкционные углеродистые и легированные стали

Углеродистые стали. Маркировка, свойства, структура. Требования, предъявляемые к конструкционным сталям. Металлургическое качество сталей. Классификация углеродистых сталей по качеству, структуре и областям применения. Влияние углерода и примесей на свойства углеродистых сталей. Углеродистые качественные стали. Автоматные стали. Углеродистые инструментальные стали.

Легированные стали. Влияние легирующих компонентов и примесей на структуру и свойства сталей. Классификация и маркировка легированных сталей. Цементуемые (нитроцементуемые) легированные стали. Улучшаемые легированные стали. Пружинные стали общего назначения. Шарикоподшипниковые стали. Износостойкие стали.

1.19. Высокопрочные мартенситно-старяющие стали

Принципы легирования. Мартенситное превращение. Влияние легирующих элементов на кинетику фазовых превращений и особенности термической обработки. Экономно легированные мартенситно-старяющие стали. Свойства мартенситно-старяющих сталей и области применения.

1.20. Конструкционные и коррозионно-стойкие стали

Общие принципы легирования и структура коррозионно-стойких сталей. Хромистые, хромоникелевые, хромомарганцево-никелевые и хромазотистые аустенитные стали. Высоколегированные кислотостойкие стали. Жаростойкие и окалиностойкие стали.

1.21. Жаропрочные стали и сплавы

Принципы легирования жаропрочных сталей и сплавов. Упрочняющие фазы. Жаропрочные стали перлитного и мартенситного классов. Жаропрочные стали аустенитного класса с карбидным и интерметаллидным упрочнением.

Жаропрочные и жаростойкие никелевые сплавы. Термическая обработка жаропрочных никелевых сплавов. Тугоплавкие металлы и сплавы на их основе. Области применения.

1.22. Инструментальные стали

Классификация инструментальных сталей по теплостойкости, структуре и областям применения. Быстрорежущая сталь и особенности ее термической обработки. Штамповые стали для деформирования в горячем и холодном состоянии. Стали для форм литья под давлением и прессования.

1.23. Чугуны

Свойства и назначение чугунов, принципы классификации. Белые, серые, высокопрочные и ковкие чугуны. Фазовые превращения при термической обработке чугуна. Применение в машиностроении.

1.24. Цветные металлы и сплавы

Алюминий, его сплавы и их свойства. Классификация алюминиевых сплавов. Деформируемые алюминиевые сплавы. Литейные алюминиевые сплавы. Особенности термической обработки. Спеченные алюминиевые сплавы. Технологические и механические свойства. Области применения алюминия и его сплавов.

Магний и его сплавы. Классификация магниевых сплавов. Деформируемые и литейные сплавы. Термическая обработка магниевых сплавов. Защита магниевых сплавов от коррозии.

Медь, её сплавы и её свойства. Влияние примесей на структуру и свойства меди. Классификация медных сплавов. Латунни, их свойства. Строение и свойства оловянных, алюминиевых, свинцовых, марганцовистых и бериллиевых бронз. Медно-никелевые сплавы. Области применения меди и ее сплавов.

Титан и его свойства. Классификация легирующих элементов и типы сплавов титана. Механические, технологические и коррозионные свойства титановых сплавов. Водородная хрупкость титановых сплавов. Конструкционные и жаропрочные сплавы титана. Особенности термической обработки.

Цинк, свинец, олово и их сплавы. Припои на оловянистой и свинцовой основах. Антифрикционные сплавы.

1.25. Металлы и сплавы с особыми свойствами

Магнитные материалы. Классификация материалов по магнитным свойствам. Кривая намагничивания. Процессы, происходящие при намагничивании монокристалла. Низкочастотные и высокочастотные магнитомягкие материалы.

Магнитотвердые деформируемые, литые и спеченные материалы.

Материалы с особыми тепловыми и упругими свойствами. Сплавы с заданными коэффициентом теплового расширения и модулем упругости.

Проводниковые и полупроводниковые материалы.

Электропроводность твердых тел. Материалы высокой проводимости: проводниковые, припой, сверхпроводники. Сплавы повышенного электросопротивления. Контактные материалы. Полупроводниковые материалы. Строение и свойства.

Кристаллофизические методы получения сверхчистых материалов. Легирование полупроводников.

1.26. Полимеры и пластические массы

Классификация и структура полимерных материалов. Молекулярная структура полимеров. Теории роста полимерных кристаллов. Особенности механических свойств полимеров, обусловленные их строением. Релаксационные свойства. Вязкое течение растворов и расплавов полимеров. Старение и стабилизация полимеров. Типы разрушения полимеров. Влияние внешних факторов на процесс разрушения. Физико-механические, адгезионные, трение, антикоррозионные, диэлектрические свойства полимеров, методы исследования этих свойств.

Состав, классификация и свойства пластических масс. Пластмассы на основе термопластичных и терморезистивных полимеров. Отвердители, наполнители, пластификаторы, катализаторы, пигменты, ингибиторы. Методы переработки пластмасс в изделия. Материалы, технология и оборудование для получения полимерных покрытий.

1.27. Композиционные материалы

Принципы создания и основные типы композиционных материалов. Композиционные материалы с нуль-мерными и одномерными наполнителями. Эвтектические композиционные материалы. Композиционные материалы на неметаллической основе. Фазовый состав и структура. Механические свойства композиционных материалов, моделирование на ЭВМ разрушения композиционных материалов с использованием свойств армирующих волокон, объемной доли и свойств матрицы. Механизм разрушения. Основы расчета на прочность изделий из композиционных материалов. Способы компьютерного моделирования состава, структуры, свойств и процесса разрушения композиционных материалов. Области и перспективы применения композиционных материалов в промышленности.

1.28. Резиновые материалы

Состав, классификация и свойства резин. Технология приготовления резиновых смесей и формирования деталей из резины. Физико-механические свойства резины. Влияние условий эксплуатации на свойства резин. Применение резиновых материалов в промышленности.

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

Методика расчета экономического эффекта за счет рационального выбора и применения машиностроительных материалов. Сравнительные данные стоимости углеродистых сталей и сплавов, цветных металлов и сплавов, неметаллических материалов и области их эффективного применения. Себестоимость различных операций термической и химико-термической, термомеханической обработки материалов. Повышение надежности, долговечности и безопасности изделий машиностроения путем применения новых материалов, обладающих уникальными физико-механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами, а также экологической чистотой. Совершенствование технических требований к материалам в нормативно-технической документации.

Список литературы

Основная литература:

1. Кушнер В.С., Верещак А.С., Схиртладзе А.Г., Негров Д.А., Бургонова О.Ю. «Материаловедение и технология конструкционных материалов»: учебник. - Омск: изд-во ОмГТУ, 2012. – 447с.
2. Материаловедение в машиностроении: учеб, для бакалавров вузов по направлениям «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», «Автоматизация технологических процессов и производств» (отрасль машиностроение) / А.М. Адашкин (и др.). М.: Юрайт, 2012.-1 эл. опт. диск (CD - ROM).
3. Машков Ю.К., Кропотин О.В. Трибофизика и структурная модификация материалов трибосистем: монография. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2009. – 324с.
4. Машков Ю.К., Овчар З.Н., Байбарацкая М.Ю., Мамаев О.А. Полимерные композиционные материалы в триботехника. М.: Недра, 2004. – 262 с.
5. Поляк М.С. Технология упрочнения. Технол. методы упрочнения. В 2 т. Т. 1. – М.: "Л.В.М. – СКРИПТ", "МАШИНОСТРОЕНИЕ", 1995. – 832 с.
6. Поляк М.С. Технология упрочнения. Технол. методы упрочнения. В 2 т. Т. 2. – М.: "Л.В.М. – СКРИПТ", "МАШИНОСТРОЕНИЕ", 1995. – 688 с.
7. Солнцев Ю.П. Материаловедение: учебник для вузов по металлург., машиностроит. и общетехнич. Специальностям / Ю.П. Солнцев, Е.И. Пряхин; под.

ред. Ю.П.Солнцева. – М.: Химиздат, 2004. – 734 с.

Дополнительная литература:

1. Абраимов Н.В., Елисеев В.С, Крылов В.В. Авиационное материаловедение и технология обработки металлов / Под ред. Н.В. Абраимова. М.: Высш. школа, 1998. – 444 с.
2. Золоторевский В.С. Механические свойства металлов. М: Изд-во МИСИС, 1998.– 400 с.
3. Колачев Б.А., Елагин В.И., Ливанов В.А. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов. М.: Изд-во МИСИС, 1999. – 416 с.
4. Кулезнев В.Н., Шершнев В.А. Химия и физика полимеров. М.: Высш. школа, 1988. – 208 с.
5. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение. М.: Машиностроение, 1990. – 528 с.
6. Лифшиц Б.Г. Металлография. М.: Металлургия, 1990. – 236 с.
7. Материаловедение и технология металлов / Г.П. Фетисов, М.Г. Карпман, В.М. Матюнин и др.; Под ред. Г.П. Фетисова М.: Высш. школа, 2001. – 862 с.
8. Новиков И.И., Разин К.М. Кристаллография и дефекты кристаллической решетки. М.: Металлургия, 1990. – 336 с.
9. Партой В.З. Механика разрушения. От теории к практике. М.: Наука, 1990. – 240 с.
10. Синергетика и фракталы в материаловедении / В.С. Иванова, А.С. Баланкин, И.Ж. Бунин, А.А. Оксогоев. М.: Наука, 1994. – 384 с.
11. Физика полимеров / Бартенев Г.М., Френкель С.Я. – Л.: Химия 1990. – 432 с.
12. Шмитт-Томас К.Г. Металловедение для машиностроения. М.: Металлургия, 1995. – 512 с.