

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе

Драгунов В.К.

« 16 » июня 2015 г.

Программа аспирантуры

Направление 22.06.01 Технологии материалов

Направленность (специальность) 05.16.09 Материаловедение (по отраслям)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
специальной дисциплины

«МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ОД.2

Всего: 252 часа

Семестр 5, 144 часа, в том числе 6 часов – контактная работа,
138 часа – самостоятельная работа,

Семестр 6, 108 часов, в том числе 6 часов – контактная работа,
66 часов – самостоятельная работа,
36 часов – контроль

Программа составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 22.06.01 «Технологии материалов», утвержденного приказом Минобрнауки России от 30 июля 2014 № 888, и паспорта специальности, указанной в номенклатуре специальностей научных работников 05.16.09 «Материаловедение (по отраслям)», утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является изучение состава и строения материалов, а также его влияния на механические, технологические и эксплуатационные свойства для дальнейшего применения этих знаний в профессиональной деятельности.

Задачами дисциплины являются:

- знание теоретических основ материаловедения;
- владение методами исследования структуры и физических свойств материалов;
- умение проводить механические испытания для определения механических свойств материалов;
- владение технологиями термической, химико-термической обработки и поверхностного упрочнения материалов;
- знание о металлах, сплавах и неметаллических материалах в машиностроении.

В процессе освоения дисциплины **формируются следующие компетенции:**

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способностью следовать этическим нормам в профессиональной деятельности (УК-5);
- способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-6).
- способностью и готовностью теоретически обосновывать и оптимизировать технологические процессы получения перспективных материалов и производство из них новых изделий с учетом последствий для общества, экономики и экологии (ОПК-1);
- способностью и готовностью разрабатывать и выпускать технологическую документацию на перспективные материалы, новые изделия и средства технического контроля качества выпускаемой продукции (ОПК-2);

– способностью и готовностью экономически оценивать производственные и непроизводственные затраты на создание новых материалов и изделий, проводить работу по снижению их стоимости и повышению качества (ОПК-3);

– способностью и готовностью выполнять нормативные требования, обеспечивающие безопасность производственной и эксплуатационной деятельности (ОПК-4);

– способностью и готовностью использовать на практике интегрированные знания естественнонаучных, общих профессионально-ориентирующих и специальных дисциплин для понимания проблем развития материаловедения, умение выдвигать и реализовывать на практике новые высокоэффективные технологии (ОПК-5);

– способностью и готовностью выполнять расчетно-теоретические и экспериментальные исследования в качестве ведущего исполнителя с применением компьютерных технологий (ОПК-6);

– способностью и готовностью вести патентный поиск по тематике исследований, оформлять материалы для получения патентов, анализировать, систематизировать и обобщать информацию из глобальных компьютерных сетей (ОПК-7);

– способностью и готовностью обрабатывать результаты научно-исследовательской работы, оформлять научно-технические отчеты, готовить к публикации научные статьи и доклады (ОПК-8);

– способностью и готовностью разрабатывать технические задания и программы проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ (ОПК-9);

– способностью выбирать приборы, датчики и оборудование для проведения экспериментов и регистрации их результатов (ОПК-10);

– способностью и готовностью разрабатывать технологический процесс, технологическую оснастку, рабочую документацию, маршрутные и операционные технологические карты для изготовления новых изделий из перспективных материалов (ОПК-11);

– способностью и готовностью участвовать в проведении технологических экспериментов, осуществлять технологический контроль при производстве материалов и изделий (ОПК-12);

– способностью и готовностью участвовать в сертификации материалов, полуфабрикатов, изделий и технологических процессов их изготовления (ОПК-13);

– способностью и готовностью оценивать инвестиционные риски при реализации инновационных материаловедческих и конструкторско-технологических проектов и внедрении перспективных материалов и технологий (ОПК-14);

– способностью и готовностью разрабатывать мероприятия по реализации разработанных проектов и программ (ОПК-15);

– способностью и готовностью организовывать работы по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемых изделий, их

элементов, разрабатывать проекты стандартов и сертификатов, проводить сертификацию материалов, технологических процессов и оборудования, участвовать в мероприятиях по созданию системы качества (ОПК-16);

– способностью и готовностью руководить работой коллектива исполнителей, участвовать в планировании научных исследований (ОПК-17);

– способностью и готовностью вести авторский надзор при изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию выпускаемых материалов и изделий (ОПК-18);

– готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-19).

– способность и готовность использовать новые перспективные материалы в научно-исследовательской работе (ПК-4);

– способность и готовность использовать современные методы исследования структуры и свойств материалов (ПК-5);

– способность и готовность использовать знания о металлах, сплавах и неметаллических материалах в машиностроении (ПК-6).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

Знать:

– диаграммы состояния и диаграммы изотермического распада переохлажденного аустенита (УК-1);

– этические нормы в профессиональной деятельности (УК-5);

– сертификацию материалов, полуфабрикатов, изделий и технологических процессов их изготовления (ОПК-13);

– теоретические основы материаловедения, информацию о металлах, сплавах и неметаллических материалах в машиностроении (ПК-6).

Уметь:

– планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-6).

– теоретически обосновывать и оптимизировать технологические процессы получения перспективных материалов и производство из них новых изделий (ОПК-1);

– разрабатывать и выпускать технологическую документацию на перспективные материалы, новые изделия и средства технического контроля качества выпускаемой продукции (ОПК-2);

– экономически оценивать производственные и непроизводственные затраты на создание новых материалов и изделий (ОПК-3);

– выполнять нормативные требования, обеспечивающие безопасность производственной и эксплуатационной деятельности (ОПК-4);

- реализовывать на практике новые высокоэффективные технологии обработки материалов (ОПК-5);
- выполнять расчетно-теоретические и экспериментальные исследования с применением компьютерных технологий (ОПК-6);
- вести патентный поиск по тематике исследований, оформлять материалы для получения патентов (ОПК-7);
- обрабатывать результаты научно-исследовательской работы и оформлять научно-технические отчеты (ОПК-8);
- разрабатывать технические задания и программы проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ (ОПК-9);
- выбирать приборы, датчики и оборудование для проведения экспериментов и регистрации их результатов (ОПК-10);
- разрабатывать технологический процесс и технологическую оснастку (ОПК-11);
- разрабатывать мероприятия по реализации разработанных проектов и программ (ОПК-15);
- организовывать работы по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемых изделий, их элементов (ОПК-16);
- разрабатывать проекты стандартов и сертификатов, проводить сертификацию материалов, технологических процессов и оборудования, участвовать в мероприятиях по созданию системы качества (ОПК-16);
- руководить работой коллектива исполнителей, участвовать в планировании научных исследований (ОПК-17);
- вести авторский надзор при изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию выпускаемых материалов и изделий (ОПК-18);
- использовать новые перспективные материалы в научно-исследовательской работе (ПК-4);

Владеть:

- методами механико-технологических испытаний материалов и изделий (ОПК-12);
- методами оценки инвестиционных рисков при реализации инновационных материаловедческих и конструкторско-технологических проектов и внедрении перспективных материалов и технологий (ОПК-14);
- навыками преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-19).
- современными методами исследования структуры и свойств материалов (ПК-5);

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Теоретические основы материаловедения

Строение и свойства материалов

Строение атома и периодическая система элементов Д.И. Менделеева. Электронная структура. 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.

Формирование структуры металла при кристаллизации

Агрегатные состояния веществ. Энергетические условия и термодинамика процесса кристаллизации. Самопроизвольная и несамопроизвольная кристаллизация. Форма кристаллических образований. Строение слитка. Полиморфизм. Магнитные превращения. Аморфное состояние металлов. Аморфные сплавы.

Строение пластически деформированных металлов

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.

Основы теории сплавов и термической обработки

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

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 железографита. 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.

2. Методы исследования структуры и физических свойств материалов

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.

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.

Физические методы неразрушающего контроля дефектов материалов

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

3. Механические свойства материалов и методы их определения

Схемы напряженного и деформированного состояния материалов

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

Упругие свойства материалов

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

Пластическая деформация и деформационное упрочнение

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.

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.

Механические свойства материалов и методы их определения

Классификация методов механических испытаний. Значение механических характеристик в материаловедении.

Механические свойства, 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. 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.

Испытания на твердость вдавливанием и царапанием. Триботехнические испытания.

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.

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 и сплавов под напряжением. Коррозионное растрескивание. Межкристаллитная коррозия. Сопrotивляемость материалов кавитационному и эрозионному разрушению. Влияние радиационного облучения на строение и свойства материалов.

4. 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.

Химико-термическая обработка. Общие закономерности. 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.

Деформация изделий при их обработке и способы ее предупреждения.

5. Металлы и сплавы в машиностроении

Конструкционная прочность материалов

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

Конструкционные углеродистые и легированные стали

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 дислокационную структуру и свойства сталей. Классификация и маркировка легированных сталей. Цементуемые (нитроцементуемые) легированные стали. Улучшаемые легированные стали. Пружинные стали общего назначения. Шарикоподшипниковые стали. Износостойкие стали.

Высокопрочные мартенситно-стареющие стали

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

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.

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 в машиностроении.

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.

Чугуны

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

Цветные металлы и сплавы

Алюминий и его сплавы. 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 и ее сплавы. 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 сплавы. 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. Припой на оловянистой и свинцовой основах. Антифрикционные сплавы.

6. Неметаллические материалы в машиностроении

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, фрикционные, антикоррозионные, диэлектрические свойства полимеров, методы исследования этих свойств.

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

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.

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 машиностроении.

ФОРМУЛА СПЕЦИАЛЬНОСТИ:

Материаловедение (по отраслям) – область науки и техники, занимающаяся разработкой новых материалов с заданным комплексом свойств путем установления фундаментальных закономерностей влияния состава, структуры, технологии, а также эксплуатационных и других факторов на свойства материалов. Междисциплинарный характер науки о материалах обусловлен необходимостью обеспечить научно-технический прогресс и устойчивое развитие разных отраслей промышленности и строительства за счет применения новых высокоэффективных материалов повышенной эксплуатационной надежности, интенсивных и энергосберегающих технологий, расширения и совершенствования сырьевой базы.

ОБЛАСТИ ИССЛЕДОВАНИЙ:

1. Теоретические и экспериментальные исследования фундаментальных связей состава и структуры материалов с комплексом физико-механических и эксплуатационных свойств с целью обеспечения надежности и долговечности материалов и изделий.

2. Установление закономерностей физико-химических и физико-механических процессов, происходящих на границах раздела в гетерогенных структурах.

3. Разработка научных основ выбора материалов с заданными свойствами применительно к конкретным условиям изготовления и эксплуатации изделий и конструкций.

4. Разработка физико-химических и физико-механических процессов формирования новых материалов, обладающих уникальными функциональными, физико-механическими, эксплуатационными и технологическими свойствами, оптимальной себестоимостью и экологической чистотой.

5. Установление закономерностей и критериев оценки разрушения материалов от действия механических нагрузок и внешней среды.

6. Разработка и совершенствование методов исследования и контроля структуры, испытание и определение физико-механических и эксплуатационных свойств материалов на образцах и изделиях.

7. Теоретические и прикладные проблемы стандартизации новых материалов и технологических процессов их производства, обработки и переработки.

Системы управления качеством, сертификация и аккредитация материалов и технологических процессов.

8. Разработка и компьютерная реализация математических моделей физико-химических, гидродинамических, тепловых, хемореологических и деформационных превращений при производстве, обработке, переработке и эксплуатации различных материалов. Компьютерное проектирование композиционных материалов. Компьютерный анализ и оптимизация процессов получения и эксплуатации материалов.

9. Разработка способов повышения коррозионной стойкости материалов в различных условиях эксплуатации.

10. Разработка покрытий различного назначения (упрочняющих, износостойких и других) и методов управления их качеством.

11. Развитие методов прогнозирования и оценка остаточного ресурса материалов в машиностроении.

12. Развитие научных основ комплексного использования сырья, местных сырьевых ресурсов и техногенных отходов для получения материалов для строительных изделий и конструкций.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины:

3 семестр – дифференцированный зачет.

4 семестр – кандидатский экзамен.

Вопросы для проведения зачета и кандидатского экзамена

а) Вопросы, включенные в билеты для проведения зачета

2. Строение атома и периодическая система элементов Д.И. Менделеева.

3. Кристаллическое строение твердых тел.

4. Зонная теория твердых тел. Связь физических свойств с поведением электронов. Теплопроводность, электропроводность и электронная теплоемкость металлов.

5. Термоэлектронная эмиссия. Сверхпроводимость. Электронное строение полупроводников и диэлектриков.
6. Магнитные свойства материалов. Диамагнетизм, парамагнетизм, ферромагнетизм.
7. Формирование структуры металла при кристаллизации.
8. Энергетические условия и термодинамика процесса кристаллизации. Самопроизвольная и несамопроизвольная кристаллизация.
9. Форма кристаллических образований. Строение слитка.
10. Структурные изменения в металлах в условиях холодной и горячей пластической деформации. Рекристаллизация.
11. Определение системы, фазы, структуры. Смеси, химические соединения, твердые растворы, промежуточные фазы. Правило фаз.
12. Основные типы диаграмм состояния двойных сплавов и методы их построения.
13. Эвтектическое и перитектическое превращения. Эвтектоидное превращение. Связь между свойствами сплавов и типом диаграммы состояния.
14. Диаграммы состояния железо - цементит и железо - графит.
15. Процесс образования аустенита при нагреве.
16. Механизм превращений переохлажденного аустенита. Изотермические и термокинетические диаграммы. Влияние состава стали на процесс распада аустенита.
17. Мартенситное превращение, механизм и кинетика. Структура и свойства мартенсита.
18. Превращения при отпуске стали. Изменение структуры и свойств при отпуске.
19. Методы исследования структуры и фазового состава.
20. Методы исследования физических свойств и фазовых превращений в металлах и сплавах.
21. Физические методы неразрушающего контроля дефектов материалов.
22. Схемы напряженного и деформированного состояния материалов.
23. Пластическая деформация и деформационное упрочнение.
24. Механические свойства материалов и методы их определения.
25. Поведение материалов под нагрузкой при охлаждении и нагреве.
26. Термическая обработка стали.
27. Химико-термическая обработка.
28. Термомеханическая обработка.
29. Поверхностное упрочнение металлов и сплавов путем воздействия концентрированных потоков энергии.
30. Конструкционные углеродистые и легированные стали.
31. Конструкционные и коррозионностойкие стали.
32. Жаропрочные стали и сплавы.
33. Инструментальные стали.
34. Чугуны.
35. Алюминий и его сплавы. Медь и ее сплавы.

36. Материалы атомной техники.
37. Полимеры и пластические массы.
38. Композиционные материалы.

б) Вопросы, включенные в билеты для проведения экзамена

1 Строение атома и периодическая система элементов Д.И. Менделеева. Электронная структура. Типы межатомных связей в кристаллах.

2 Решетки Бравэ. Кристаллографические индексы направлений и плоскостей. Аморфные и кристаллические тела. Анизотропия свойств кристаллов.

3 Дефекты кристаллического строения: точечные, линейные, поверхностные и объемные. Дислокационная структура и прочность металлов.

4 Зонная теория твердых тел. Связь физических свойств с поведением электронов. Теплопроводность, электропроводность и электронная теплоемкость металлов. Термоэлектронная эмиссия. 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 Материалы с особыми тепловыми и упругими свойствами. Сплавы с заданными коэффициентом теплового расширения и модулем упругости.

30 Материалы, обладающие эффектом памяти формы. Классификация, структура, физико-механические свойства. Применение в машиностроении.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Новиков И.И. и др. Металловедение. Учебник. В 2-х томах./ Т.1.: Основы металловедения. – М.: Издательский Дом МИСиС, 2008. – 496 с. (14 экз. в НТБ МЭИ)
2. Материаловедение и технология металлов: учебник для вузов по машиностроительным специальностям / Г.П. Фетисов, и др. – М.: Высшая школа, 2007. – 862 с. (4 экз. в НТБ МЭИ)
3. Материаловедение : учебник для вузов / Б. Н. Арзамасов , и др. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005 . – 648 с. (80 экз. в НТБ МЭИ)
4. Материаловедение и технология конструкционных материалов: учебник для вузов / В. Б. Арзамасов, [и др.] . – М. : АКАДЕМИЯ, 2007. – 448 с. – (Высшее профессиональное образование). (10 экз. в НТБ МЭИ)
5. Лахтин Ю. М. Материаловедение : учебник для втузов / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева. – М. : Альянс, 2009 . – 528 с. (30 экз. в НТБ МЭИ)
6. Третьяков А.Ф. Материаловедение и технологии обработки материалов: учебное пособие для вузов / А.Ф. Третьяков, Л.В. Тарасенко. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – 541 с. (35 экз. в НТБ МЭИ)

Дополнительная литература:

7. Новиков И.И. и др. Металловедение. Учебник. В 2-х томах / Т.2.: Термическая обработка. Сплавы. – М.: Издательский Дом МИСиС, 2009. – 528 с. (15 экз. в НТБ МЭИ)
8. Материаловедение в машиностроении и промышленных технологиях : учебно-справочное руководство / В. А. Струк, и др. – Долгопрудный: Интеллект, 2010 . – 536 с. (40 экз. в НТБ МЭИ)