

"Утверждаю"  
Председатель Ученого Совета  
факультета нано- и биомедицинских технологий СГУ  
профессор, д.ф.-м.н.



С.Б. Вениг

Протокол № 5 от 29.05.2014 г.

Программа  
для сдачи вступительных экзаменов в аспирантуру  
по специальности 05.16.09 Материаловедение (по отраслям)  
укрупненная группа 22.06.01 Технологии материалов

Введение. Значение науки о материалах. Роль материалов в современной технике. Классификация металлических и неметаллических материалов.

Строение металлов. Металловедение как наука о свойствах металлов и сплавов и их связи с составом и структурой. Современные методы исследования металлов и сплавов. Металлический тип связи. Атомно-кристаллическое строение металлов. Типы кристаллических решеток. Анизотропия металлов. Полиморфизм. Строение кристаллов. Виды дефектов и их влияние на свойства металлов. Типы дислокаций. Границы зерен. Диффузия (самодиффузия) в кристаллическом теле. Формирование структуры металла при кристаллизации. Образование и рост кристаллических зародышей. Термические кривые охлаждения при кристаллизации металлов. Факторы, влияющие на процесс кристаллизации. Строение металлического слитка. Нанодисперсные и аморфные металлы и сплавы.

Свойства металлов и сплавов. Механические свойства и методы их определения: твердость, прочность, пластичность, ударная вязкость, сопротивление усталости. Теоретическая и реальная прочность металлов. Пути повышения прочности металлов. Конструктивная прочность металлов. Явление хладноломкости. Свойства, обуславливающие сопротивление металла хрупкому разрушению (работа зарождения и распространения трещин, вязкость разрушения). Физические, химические, технологические и эксплуатационные свойства металлов.

Структура пластически деформированных металлов. Наклеп и рекристаллизация. Напряжения и деформации. Упругая и пластическая деформация поликристаллов. Влияние пластической деформации на структуру и свойства металла. Явление наклепа. Поверхностное упрочнение при наклепе. Возврат и полигонизация. Первичная, собирательная и вторичная рекристаллизация. Влияние нагрева на структуру и свойства деформированного материала. Строение сплавов. Сплав, система, компонент, фаза. Правило фаз. Механические смеси. Твердые растворы. Химические соединения. Промежуточные фазы. Гетерогенные структуры. Особенности кристаллизации сплавов. Методы построения диаграмм состояния сплавов. Диаграммы состояния систем с полной растворимостью компонентов в твердом состоянии. Эвтектическая кристаллизация. Превращения в твердом состоянии. Диаграмма состояния сплавов с ограниченной растворимостью в твердом состоянии. Диаграммы состояния сплавов, компоненты которых имеют полиморфные превращения. Эвтектоидное превращение в сплавах. Применение правила фаз и правила отрезков. Железоуглеродистые сплавы. Диаграмма состояния системы железо-цементит. Компоненты, фазы и структурные составляющие сталей и чугунов, их характеристики, условия образования и свойства. Диаграмма состояния системы железо-графит. Влияние углерода и постоянных примесей на свойства ста-

ли. Классификация и маркировка углеродистых сталей, их применение в машиностроении. Свойства и назначение чугунов. Процесс графитизации. Влияние постоянных примесей на свойства чугуна. Классификация и маркировка чугунов, применение в машиностроении.

Основы термической обработки стали. Превращение стали при нагреве. Превращения переохлажденного аустенита. Диаграмма изотермического распада аустенита. Перлитное превращение. Продукты перлитного распада аустенита и их свойства. Влияние легирующих элементов на изотермический распад аустенита. Мартенситное превращение и его особенности. Влияние легирующих элементов на мартенситное превращение. Промежуточное превращение. Превращения при нагреве закаленной стали.

Технология термической обработки стали. Общая характеристика процессов термической обработки стали. Отжиг первого рода. Отжиг второго рода (с фазовой перекристаллизацией). Назначение отжига. Полный и неполный отжиг. Изотермический отжиг. Сфероидизация. Нормализация стали. Закалка стали. Выбор температуры закалки. Нагрев углеродистых и легированных сталей под закалку. Нагревательные среды. Методы закалки. Закалочные среды. Закаливаемость стали и факторы, влияющие на нее. Прокаливаемость стали. Влияние легирующих элементов. Обработка стали холодом. Отпуск стали. Виды и назначение отпуска. Технология проведения отпуска. Влияние закалки и отпуска на механические свойства стали. Улучшение стали. Поверхностная закалка, ее виды и области применения. Закалка при индукционном нагреве. Типовые детали машиностроения, упрочняемые закалкой при индукционном нагреве. Закалка при газопламенном нагреве. Поверхностная закалка при нагреве лазером.

Химико-термическая обработка стали. Теоретические основы химико-термической обработки. Связь между диаграммой состояния и структурой диффузионного слоя. Назначение и виды цементации. Механизм образования цементованного слоя и его свойства. Цементация в твердом карбюризаторе. Газовая цементация. Термическая обработка после цементации. Азотирование стали. Механизм образования азотированного слоя. Стали для азотирования. Свойства азотированного слоя. Области применения азотирования. Нитроцементация. Диффузионная металлизация. Типовые детали, упрочняемые химико-термической обработкой.

Конструкционные стали. Требования, предъявляемые к конструкционным сталям. Углеродистые конструкционные стали. Маркировка легированных конструкционных сталей. Основы рационального легирования сталей и роль отдельных легирующих элементов. Виды и классификация конструкционных сталей, применяемых в машиностроении. Строительные низколегированные стали. Арматурные стали. Листовая сталь для холодной штамповки. Стали повышенной обрабатываемости резанием. Цементуемые углеродистые и легированные стали, их термическая обработка. Улучшаемые стали, типовые виды термической обработки и области применения. Пружинные стали общего назначения, их термическая обработка и свойства, области применения. Шарикоподшипниковые стали, их термическая обработка.

Классификация и маркировка инструментальных сталей. Требования к инструментальным сталям, их термообработка. Стали для режущего инструмента. Стали для измерительного инструмента. Стали для инструмента холодного деформирования. Стали для штампов горячего деформирования. Твердые порошковые сплавы для инструмента.

Жаростойкие (окалинопрочные) и жаропрочные стали. Коррозионностойкие (нержавеющие) стали и сплавы. Криогенные стали и сплавы. Износостойкие стали и сплавы. Сплавы титана. Промышленные сплавы тугоплавких металлов. Магнитные материалы. Материалы с особыми тепловыми и упругими свойствами. Материалы атомной энергетики. Материалы с эффектом памяти формы.

Алюминий и его сплавы. Деформируемые алюминиевые сплавы. Термическая обработка алюминиевых сплавов. Литейные алюминиевые сплавы. Применение алюминиевых сплавов

для изготовления деталей машин. Медь и ее сплавы. Латунь, деформируемые и литейные латуни, их свойства, маркировка и применение. Бронзы. Деформируемые и литейные бронзы. Состав и свойства бронз, их марки и область применения. Антифрикционные сплавы на оловянистой, свинцовой и цинковой основе. Основы рационального выбора цветных сплавов для изготовления деталей машин.

Неметаллические материалы. Состав, классификация, структура и свойства пластмасс. Термопластичные пластмассы. Термореактивные пластмассы с порошковым и волокнистым наполнителем. Газонаполненные пластмассы. Методы переработки пластмасс в изделия. Композиционные материалы с полимерной и углеродной матрицей. Области и перспективы применения композиционных материалов в машиностроении. Резиновые материалы. Керамические материалы.

Функциональные покрытия и способы их нанесения.

#### Рекомендуемая литература

1. Материаловедение: Учебник/ Ю.М. Лахтин, В.П. Леонтьева. - М.: Альянс, 2009. - 525 с.
2. Материаловедение: Учебник/ Г.В. Волков, В.М. Зуев. - М.: Академия, 2008. - 400 с.
3. Материаловедение: Учебник/ Г.И. Сильман. - М.: Академия, 2008. - 336 с.
4. Материаловедение: Учебник/ А.А. Черепакин, И.И. Колтунов, В.А. Кузнецов. - М.: Кнорус, 2010. - 240 с.
5. Материаловедение: Учебник / С.И. Богданов, Е.С. Козик. - Старый Оскол: ТНТ, 2013. - 535 с.
6. Фистуль В.И. Физика и химия твердого тела: В 2-х т.: Т.1.480 с. Т.2. 320 с. М.: Металлургия, 1995.
7. Солимар Л., Уолш Д. Лекции по электрическим свойствам материалов. М.: Мир, 1991.-504 с.

Зав. кафедрой материаловедения, технологии и  
управления качеством  
профессор, д.ф.-м.н.



С.Б. Вениг