

МОСКОВСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛОВ

Научно-образовательный материал

Учебно-методический комплекс по  
курсу «Материаловедение»

Автор:  
Гончаров А.Л.

# Материаловедение

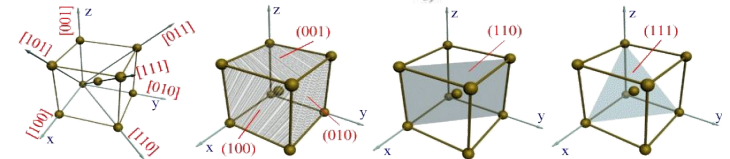
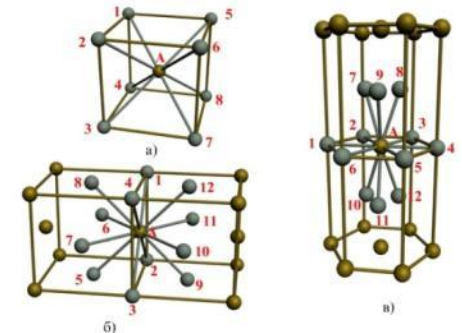
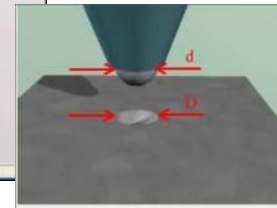
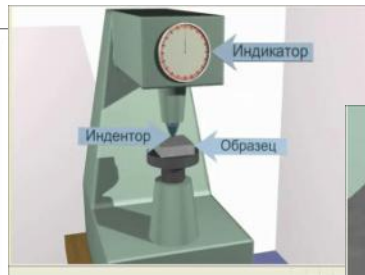
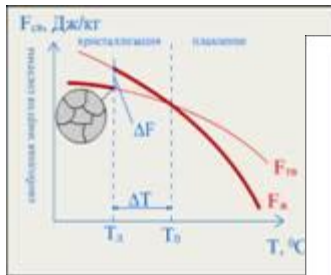
- Курс предназначен для студентов института Энергомашиностроения и Механики, обучающихся по специальности 150206 «Машины и технологии высокоэффективных процессов обработки материалов».
- Входит в базовую часть профессионального цикла подготовки по направлению 150700 Машиностроение. Профиль подготовки: Машины и технология высокоэффективных процессов обработки материалов
- Объем курса: лекции – 34 часа, лабораторные работы – 34 часа.
- Целью дисциплины является изучение строения конструкционных материалов, а также его влияния на механические, технологические и эксплуатационные свойства для дальнейшего применения этих знаний в профессиональной деятельности.

# СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИЙ

- ▣ РАЗДЕЛ 1. Строение и основные свойства металлов. (Лекции 1-5)
- ▣ РАЗДЕЛ 2. Строение и свойства сплавов. (Лекции 6-8)
- ▣ РАЗДЕЛ 3. Сплавы железа и углерода (стали и чугуны) (Лекции 9-11)
- ▣ РАЗДЕЛ 4. Термическая обработка металлов и сплавов (лекции 12-15)
- ▣ РАЗДЕЛ 5. Легированные стали (Лекции 16, 17)
- ▣ РАЗДЕЛ 6. Цветные металлы и сплавы на их основе (обзор) (Лекция 18)

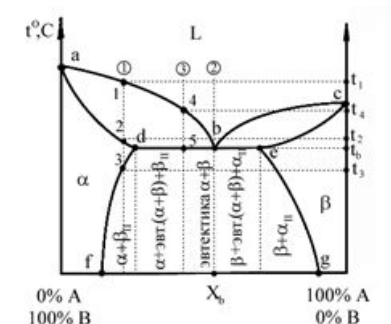
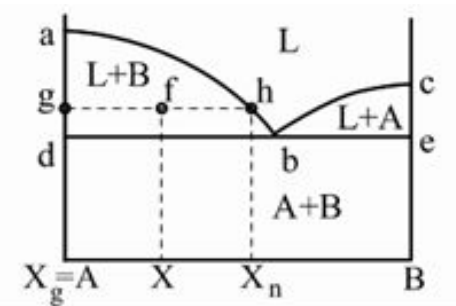
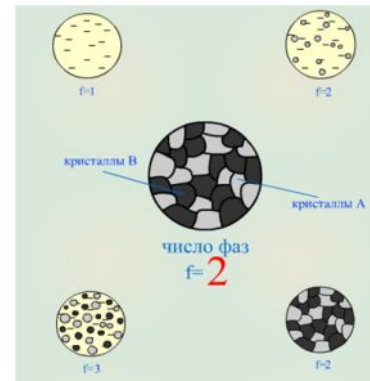
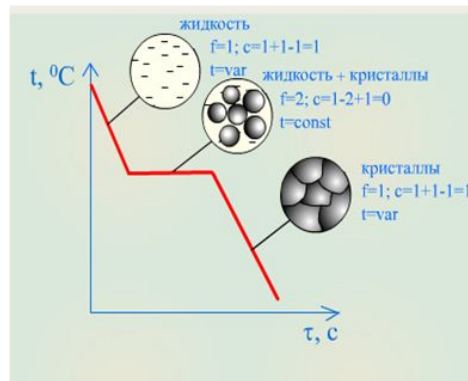
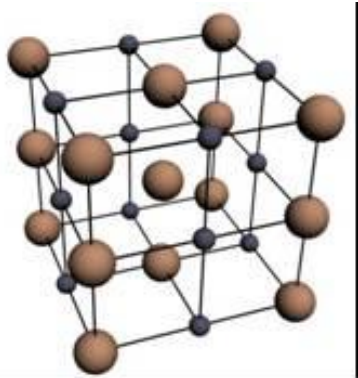
## РАЗДЕЛ 1. Строение и основные свойства металлов. (Лекции 1-5)

- Общие сведения о металлах. Классификация металлов.
- Атомно-кристаллическое строение металлов. Аморфное и кристаллическое состояние вещества. Основные типы кристаллических решёток металлов. Плотность упаковки кристаллической решетки. Координационное число. Обозначение плоскостей и направлений в кристаллической решетке на примере кубической решетки.
- Системы скольжения. Анизотропия и квазиизотропия свойств кристаллов.
- Дефекты кристаллического строения, классификация и их влияние на свойства кристалла. Точечные дефекты. Вакансия, межузельный атом, примесные атомы внедрения и замещения). Линейные дефекты. Краевая и винтовая дислокации (схема, понятие экстраплоскости и дислокационной линии). Вектор Бюргерса на примере краевой дислокации. Поверхностные и объёмные дефекты. Основные механизмы диффузии в металлах.
- Основы теории кристаллизации. Фаза и агрегатное состояние вещества. Энергетические предпосылки кристаллизации. Принцип минимума свободной энергии. Степень переохлаждения. Влияние скорости охлаждения на кривую охлаждения чистого вещества. Механизм кристаллизации. Самопроизвольная кристаллизация. Зависимость числа центров кристаллизации и скорости роста кристаллов от степени переохлаждения. Критический радиус зародыша. Несамостоятельная кристаллизация. Строение металлического слитка. Дендритные кристаллы. Модифицирование металла (объёмные и поверхностные модификаторы).
- Механические свойства материалов. Понятия прочности, упругости пластичности, твёрдости, ударной вязкости. Упругая и пластическая деформация металлов. Кривая деформирования металла. Механизм пластической деформации металлов. Влияние пластической деформации на свойства металла. Наклеп металлов. Влияние нагрева на строение и свойства деформированного металла (возврат и рекристаллизация).
- Основные характеристики механических свойств и виды механических испытаний. Испытания на растяжение (схема, определяемые характеристики). Диаграмма растяжения для пластичных и хрупких материалов. Измерение твёрдости. Метод Бринелля, Роквелла, Викерса, микротвёрдости. Испытания на ударную вязкость. Схема испытания, типы образцов. Работа зарождения и распространения трещины. Порог хладноломкости.



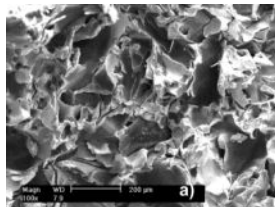
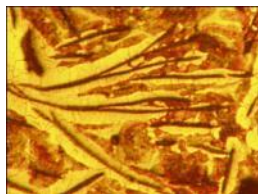
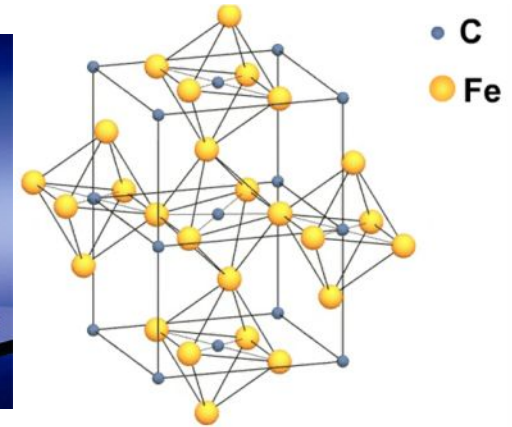
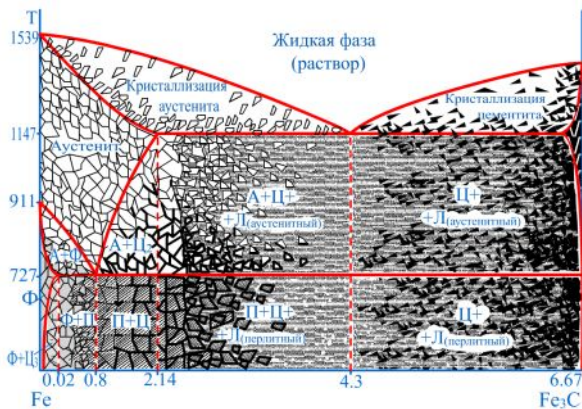
## РАЗДЕЛ 2. Структура и свойства сплавов. (Лекции 6-8)

- Основныe фазы и структурные составляющие сплавов. Механические смеси. Химические соединения, интерметаллические соединения. Твердые растворы (внедрения, замещения). Условия образования, пределы растворимости.
- Основныe типы диаграмм равновесия (состояния) двухкомпонентных систем. Понятие диаграммы равновесия. Принцип построения. Правило фаз и его применение для случая кристаллизации чистого вещества и механической смеси.
- Диаграмма состояния I рода для сплавов, образующих механические смеси из чистых компонентов в твердом состоянии (фазы, структурные составляющие сплавов системы, линии и области диаграммы, кривые охлаждения сплавов, правило отрезков). Диаграмма состояния II рода для сплавов с неограниченной растворимостью в твердом состоянии (фазы, структурные составляющие сплавов системы, линии и области диаграммы, кривые охлаждения сплавов, правило отрезков). Диаграмма состояния III рода для сплавов с ограниченной растворимостью в твердом состоянии (с эвтектическим и перитектическим превращением) (фазы, структурные составляющие сплавов системы, линии и области диаграммы, кривые охлаждения сплавов, правило отрезков).
- Диаграмма состояния IV рода для сплавов, образующих устойчивые химические соединения (разновидности диаграммы с одним или несколькими химическими соединениями) (фазы сплавов системы, линии и области диаграммы, кривые охлаждения сплавов, правило отрезков). Диаграмма состояния для сплавов, испытывающих полиморфные превращения (разновидности: компонент A имеет две модификации, низкотемпературная модификация изоморфна компоненту B; компонент A имеет две модификации, компонент B изоморфен высокотемпературной модификации  $A_{\beta}$ ; компоненты A и B имеют по две модификации и образуют непрерывный ряд неограниченных твердых растворов; высокотемпературные модификации неограниченно растворимы друг в друге, а низкотемпературные – ограничено). Связь между структурой и свойствами сплавов. Диаграммы Курнакова.

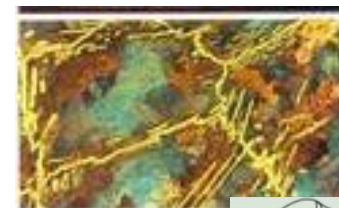
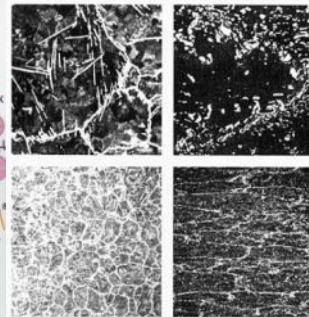
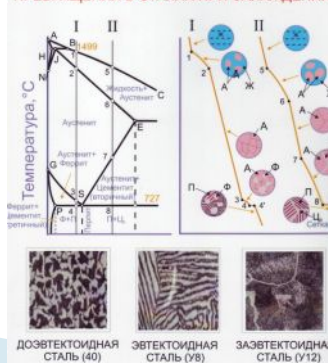


# РАЗДЕЛ 3. Сплавы железа и углерода (стали и чугуны) (Лекции 9-11)

- Диаграмма состояния «железо-цементит». Фазы и структурные составляющие сталей и чугунов. Первичная кристаллизация низкоуглеродистых сплавов (сталей) (левый верхний угол диаграммы железо-цементит, область перитектического превращения). Первичная кристаллизация высокоуглеродистых сплавов (чугунов). Превращения в сталях в твердом состоянии (вторичная кристаллизация, левый нижний угол диаграммы). Превращения в твердом состоянии в чугунах.
- Углеродистые стали. Влияние углерода и на структуру и свойства сталей. Классификация примесей в сталях и их влияние на свойства стали. Классификация, маркировка и область применения углеродистых сталей.
- Чугуны. Графитизация в сплавах железа и углерода, влияние примесей. Виды чугунов, условия их получения и область применения.

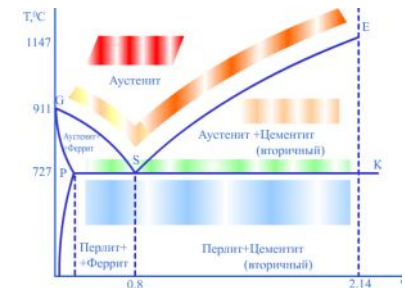
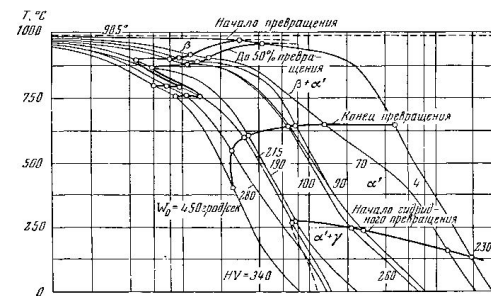
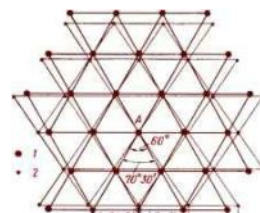
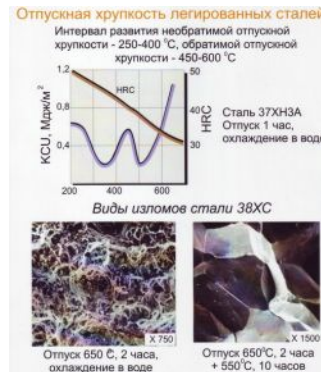
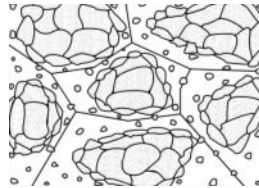
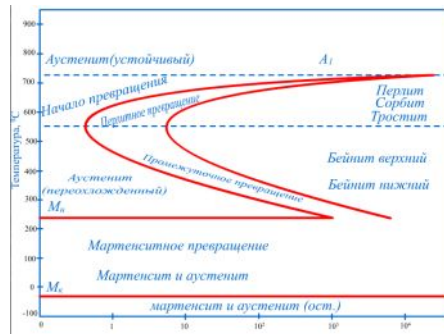


ПРЕВРАЩЕНИЯ В СТАЛЯХ ПРИ ОХЛАЖДЕНИИ



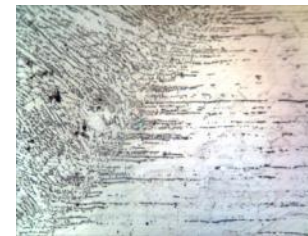
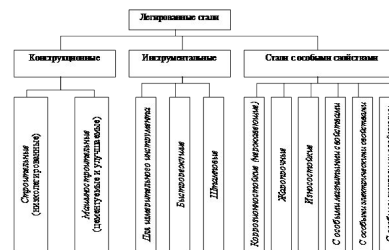
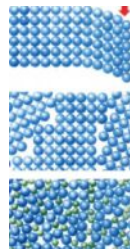
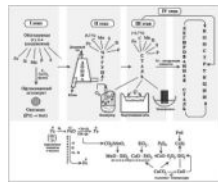
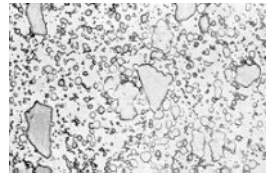
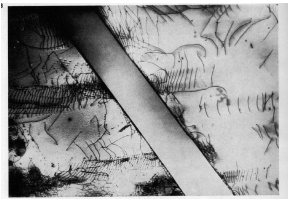
## РАЗДЕЛ 4. Термическая обработка металлов и сплавов (лекции 12-15)

- Классификация видов ТО. Определение возможности проведения термической обработки по диаграмме состояния. Теория термической обработки сталей. Структурные превращения в сталях при ТО. Образование аустенита при нагреве. Рост аустенитного зерна.
- Распад аустенита. Диаграмма изотермического распада переохлажденного аустенита, принцип построения основные продукты распада. Диффузионное превращение аустенита (перлитное превращение). Разновидности диаграммы изотермического распада аустенита в перлитном интервале для доэвтектоидных, эвтектоидных и заэвтектоидных сталей.
- Бездиффузионное (мартенситное) превращение в сталях. Природа мартенсита. Механизм и кинетика мартенситного превращения. Остаточный аустенит в сталях при закалке. Промежуточное (бейнитное) превращение. Природа бейнита. Механизм бейнитного превращения. Термокинетические диаграммы превращения переохлажденного аустенита для углеродистых и легированных сталей. Превращения при отпуске.
- Технология термической обработки стали. Термическая обработка группы отжиг. Отжиг I рода (гомогенизация, рекристаллизационный отжиг, отжиг для снятия остаточных напряжений). Отжиг II рода (фазовая перекристаллизация) (полный, изотермический, неполный отжиг (сфероидизация), нормализация). Закалка сталей. Выбор температуры закалки. Выбор скорости охлаждения и охлаждающие среды при закалке. Прокаливаемость стали, факторы, влияющие на прокаливаемость. Способы закалки (в одном охладителе, прерывистая в двух средах, ступенчатая, изотермическая). Обработка стали холодом. Отпуск закаленных сталей. Виды отпуска, структура и свойства стали после отпуска.

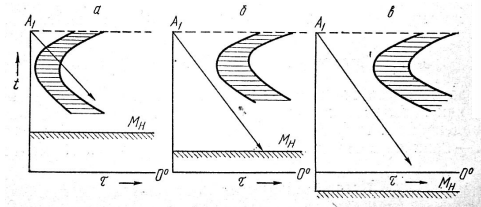
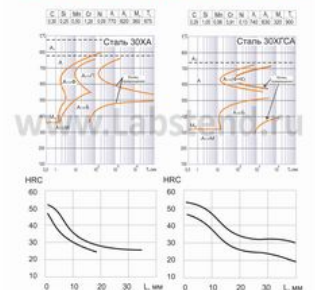


## РАЗДЕЛ 5. Легированные стали (Лекции 16, 17)

- Маркировка легированных сталей. Исключения из маркировки (шарикоподшипниковые, быстрорежущие, электротехнические магнитомягкие и магнитотвердые стали). Классификация легированных сталей (по числу компонентов, по степени легированности, по назначению, по микроструктуре). Структурные классы легированных сталей, принципы легирования. Пути повышения прочности стали за счет легирования. Влияние легирующих элементов на феррит. Влияние легирующих элементов на устойчивость аустенита (структурные классы легированных сталей по структуре после нормализации). Влияние легирующих элементов на кинетику распада аустенита (промежуточное превращение) и прокаливаемость. Влияние элементов на полиморфизм железа. Распределение легирующих элементов в стали. Карбидная фаза в легированных сталях.
- Конструкционные легированные стали. Строительные конструкционные низколегированные стали (принципы легирования, примеры марок, область применения). Машиностроительные цементуемые конструкционные легированные стали (принципы легирования, примеры марок, область применения). Машиностроительные улучшаемые конструкционные легированные стали (принципы легирования, примеры марок, область применения). Высокопрочные (мартенситостареющие) конструкционные стали (принципы легирования, примеры марок, область применения).
- Инструментальные легированные стали. Быстрорежущие стали. Штамповые стали для деформирования в холодном состоянии. Штамповые стали для деформирования в горячем состоянии.
- Легированные стали с особыми свойствами. Жаростойкие стали и сплавы. Понятие жаростойкости. Принципы легирования, области применения, пример марок. Жаропрочные стали и сплавы. Понятие жаропрочности. Особенность работы металла под нагрузкой при повышенных температурах (процессы ползучести). Жаропрочные стали различных классов (перлитные, мартенситные, аустенитные). Области применения, условия работы, принципы легирования, примеры марок. Коррозионно-стойкие легированные стали. Виды коррозии. Понятие коррозионной стойкости стали. Основные группы коррозионно-стойких сталей (хромистые и хромоникелевые). Принципы легирования, области применения. Примеры марок.



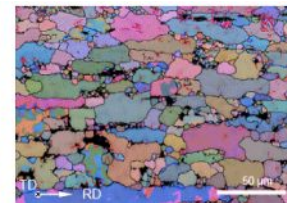
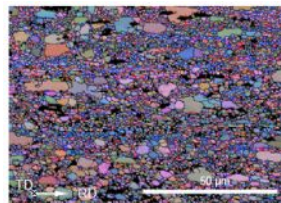
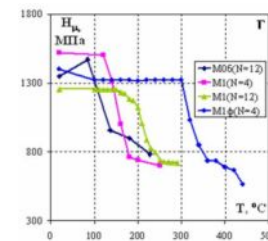
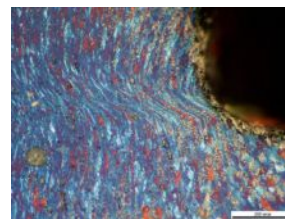
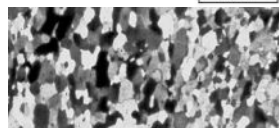
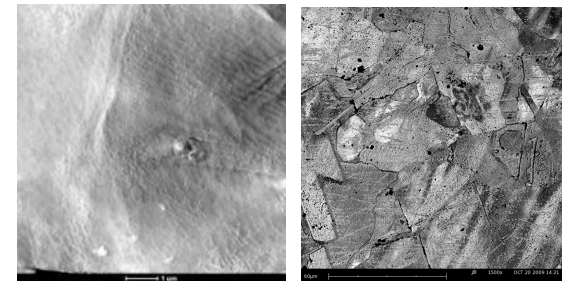
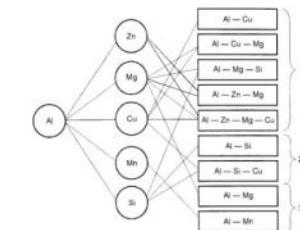
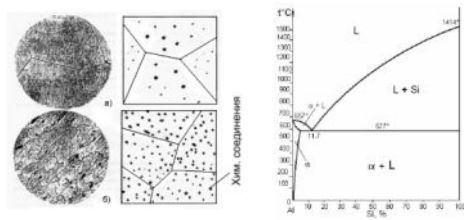
Диаграммы распада переохлажденного аустенита и полосы прокаливаемости сталей 30ХА и 30ХГСА





# РАЗДЕЛ 6. Цветные металлы и сплавы на их основе (обзор) (Лекция 18)

- Алюминий и сплавы на его основе. Краткая характеристика и маркировка алюминия. Классификация сплавов на основе алюминия (на основе обобщенной диаграммы состояния). Литейные сплавы алюминия (основные требования, принципы легирования, маркировка). Деформируемые сплавы алюминия (упрочняемые и неупрочняемые термической обработкой). Принципы легирования, область применения, маркировка. Термическая обработка алюминиевых сплавов.
- Медь и сплавы на основе меди. Краткая характеристика и маркировка меди. Примеси и легирующие элементы в меди. Основные группы сплавов на основе меди (латуни и бронзы). Маркировка, принципы легирования, области применения, термическая обработка.



# Темы лабораторных работ

- № 1. Твердость и методы ее измерения.
- № 2. Влияние пластической деформации на структуру и механические свойства металлов.
- № 3. Влияние нагрева на структуру и свойства металла, подвергнутого предварительной холодной деформации.
- № 4. Микроструктура углеродистых незакаленных сталей
- № 5. Определение величины зерна в углеродистой стали.
- № 6. Неметаллические включения в стали.
- №7. Кристаллизация металлов и солей
- №8. Микроструктура и свойства чугунов
- №9. Построение диаграмм состояния по кривым охлаждения сплавов
- №10. Микроструктура и свойства легированных сталей
- №11. Определение критических точек углеродистой стали методом пробных закалок
- №12. Микроструктура цветных металлов и сплавов на их основе
- №13. Основные виды термической обработки углеродистых сталей

# Литература

- Учебники:
- Гуляев А.П. Металловедение. – М.: Металлургия, 1986. – 544 с.
- Металловедение. Б.Н. Арзамасов, И.И. Сидорин, Г.Ф. Косолапов и др. Под общ. ред. Б.Н Арзамасова. – М.: Машиностроение, 1986. – 384 с.
- Учебные пособия:
- Конструкционные материалы в энергетике / Под ред. В.М. Качалова. – М.: МЭИ, 1992. – 106 с.
- Описания лабораторных работ:
- Лабораторный практикум по материаловедению / Под ред. В.М. Качалова. – М.: МЭИ, 1998. – 60 с.
- Металловедение. лабораторные работы № 9-14/ Под ред. В.М. Качалова. – М.: МЭИ, 2000. – 28 с.
- Металловедение и технология конструкционных материалов. Описание лабораторных работ/ Под ред. В.М. Качалова. – М.: МЭИ, 2000. -21 с.