

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ПРОГРАММА

подготовки к вступительному испытанию по дисциплине
«Металловедческая экспертиза черных и цветных металлов»
поступающих на образовательную программу магистратуры
22.04.02.12 «Металловедческая экспертиза черных и цветных металлов»

Руководитель программы, Т.Р. Гильманшина



Красноярск

Содержание программы

(по дисциплине «Металловедческая экспертиза черных и цветных металлов»)

Раздел 1 ОСНОВЫ ФИЗИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

1.1 Строение, свойства и методы исследования металлов и сплавов

Характеристика металлического состояния с точки зрения атомного кристаллического строения вещества. Типы химической связи.

Методы исследования в материаловедении: световая и электронная микроскопия, рентгеноструктурный, микрорентгеноспектральный анализ, фрактография и дефектоскопия и другие физические методы.

Требования, предъявляемые к металлическим и неметаллическим материалам. Физические, химические и эксплуатационные свойства материалов.

Механические свойства материалов. Критерии прочности, пластичности, вязкости, твердости и методики их определения.

1.2 Кристаллизация металлов и их фазовые превращения в твердом состоянии

Фазовые превращения 1 и 2 рода в металлах. Строение твердых и жидких металлов. Плавление и кристаллизация чистых металлов, кривые охлаждения. Зависимость объемной энергии Гиббса жидкой и твердой фаз в системе от температуры, и степени переохлаждения.

Гомогенная кристаллизация. Зарождение кристаллов. Понятие критического зародыша. Кристаллизационные параметры Таммана. Понятие о зерне и дендритной ячейке литого металла.

Гетерогенная кристаллизация. Модифицирование. Строение и структура слитка. Факторы, определяющие форму и размер литого зерна. Механизмы роста кристаллов при кристаллизации чистых металлов. Формы металлических кристаллов.

Фазовые превращения в твердом состоянии. Полиморфизм металлов (аллотропическое превращение). Общие закономерности развития фазовых превращений в твердом состоянии.

Изменение структуры и свойств металлов при холодной и горячей деформации. Структура и свойства металлов при нагреве, после холодной обработке давлением. Возврат, рекристаллизация.

1.3 Фазовые равновесия в двойных системах

Фазы в металлических системах и системах металлов и неметаллов. Виды твердых растворов. Условия образования непрерывных твердых растворов.

Упорядоченные твердые растворы. Промежуточные фазы. Понятие о диаграммах фазового равновесия. Применение правила фаз Гиббса к анализу диаграмм состояния системы. Правило коноды. Правило рычага.

Диаграммы состояния с неограниченной растворимостью в жидком и твердом состоянии. Кристаллизация твердых растворов. Особенности диффузионных процессов в фазах системы при кристаллизации твердых растворов. Фазовые превращения в сплавах.

Диаграммы состояния эвтектического типа. Кристаллизация и фазовые превращения в твердом состоянии в системах эвтектического типа с ограниченной растворимостью в твердом состоянии. Нормальная и аномальная эвтектика.

Диаграммы состояния систем перитектического типа. Кристаллизация и формирования структуры сплавов.

Диаграммы фазового равновесия в системах с конгруэнтно плавящимися промежуточными фазами переменного и постоянного состава. Перитектическая кристаллизация в системах с образованием инконгруэнтно плавящейся промежуточной фазой. Формирование структур сплавов при кристаллизации и охлаждении в твердом состоянии.

Диаграммы фазового равновесия с расслоением жидких растворов. Диаграммы состояние систем с монотектическим равновесием. Фазовые превращения, структура сплавов. Диаграммы состояния систем на основе полиморфных компонентов. Диаграмма состояния системы с эвтектоидным равновесием. Фазовые превращения и структура сплавов.

Раздел 2 МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ СТАЛЕЙ, ЧУГУНОВ, ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

2.1 Сплавы системы железо-углерод: стали и чугуны

Строение и свойства чистого железа. Полиморфные превращения железа. Метастабильное и стабильное равновесие в системе железо-углерод. Диаграмма состояния железо-цементит. Характеристика фаз и структурных составляющих диаграммы, их строение и свойства.

Фазовые и структурные превращения в техническом железе, малоуглеродистых сталях, и доэвтектоидных, эвтектоидных, заэвтектоидных сталях при кристаллизации и охлаждении в твердом состоянии.

Сплавы системы железо-цементит. Классификация сталей по качеству, химическому составу, применению, способу обработки. Влияние углерода, легирующих элементов и примесей на свойства сталей.

Диаграмма состояния системы железо-графит. Классификация чугунов общего и специального назначения. Серый чугун с пластинчатым графитом для отливок, маркировка, применение и свойства чугуна. Структура серых чугунов на ферритной, феррито-перлитной и перлитной основе. Модифицирование чугунов.

Высокопрочные чугуны, чугуны с вермикулярным графитом, ковкие чугуны, маркировка, применение и свойства чугунов. Чугуны специального назначения, легированные чугуны, маркировка, применение чугунов.

2.2 Тяжелые цветные металлы и сплавы

Маркировка, свойства и применение меди. Влияние примесей на структуру и свойства меди. Классификация медных сплавов.

Латуни двойные и специальные. Диаграмма состояния медь-цинк.

Структура однофазных и двухфазных латуней.

Влияние легирующих элементов на структуру и свойства латуней. Латуни двойные и многокомпонентные. Сплавы медно-цинковые, обрабатываемые давлением, сплавы медно-цинковые литейные. Маркировка, свойства и применение латуней.

Влияние легирующих элементов на свойства бронз. Бронзы оловянные, обрабатываемые давлением, бронзы оловянные литейные. Маркировка, свойства, применение бронз.

Бронзы безоловянные, обрабатываемые давлением, бронзы безоловянные литейные. Маркировка, свойства, применение бронз.

Маркировка, свойства и применение медно-никелевых сплавов. Термическая обработка медных сплавов.

2.3 Легкие цветные металлы и сплавы

Маркировка, структура и свойства алюминия. Влияния примесей на свойства алюминия. Литейные и деформированные сплавы на основе алюминия. Маркировка свойства и применение сплавов.

Маркировка, свойства и применение литейных алюминиевых сплавов. Диаграмма системы алюминий – кремний. Структура двойных и легированных магнием и медью силуминов. Влияние примесей, условий охлаждения и модифицирования на структуру и свойства силуминов. Применение сплавов. Термическая обработка силуминов.

Деформируемые термически неупрочняемые алюминиевые сплавы. Влияние легирующих элементов на технологические и механические свойства сплавов. Маркировка, свойства, термическая обработка и применение сплавов.

Деформируемые термически упрочняемые алюминиевые сплавы.

Влияние легирующих элементов на технологические и механические свойства сплавов. Фазовые и структурные составляющие в сплавах. Маркировка, свойства, термическая обработка и применение термически упрочняемых сплавов.

Магний и его сплавы. Маркировка, свойства и применение деформируемых и литейных магниевых сплавов.

Структура и свойства титана. Полиморфное превращение в титане и его сплавах. Влияние примесей, легирующих элементов на свойства титана. Маркировка, свойства и применение деформируемых и литейных титановых сплавов.

Композиционные и порошковые материалы. Классификация, типы композиционных и порошковых материалов. Способы получения материалов. Структура, свойства, применение композиционных и порошковых материалов.

РАЗДЕЛ 3 ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Содержание и значение термической обработки. Развитие зарубежной и отечественной науки о черных и цветных металлах, сплавах и их термической обработке.

Применение термической обработки в отечественной промышленности; значение термической обработки в решении вопроса о снижении веса и увеличения долговечности деталей машин и механизмов. Основные термины и определения. ГОСТ 18295-72. Классификация видов термической обработки.

3.1 Отжиг первого рода

Виды отжига. Цели отжига 1 рода. Отжиг, уменьшающий напряжения. Определение, решаемые задачи. Остаточные напряжения и деформации. Понятие напряжений 1 рода. Влияние знака и величины остаточных внутренних напряжений на работоспособность деталей машин. Влияние остаточных напряжений на стабильность размеров изделий. Напряжения от неоднородной деформации. Термические и структурные напряжения. Классификация напряжений по видам операций, при которых они возникают.

Отжиг – гомогенизация. Основное определение. Цели отжига - гомогенизации. Понятие дендритной ликвации, причины образования. Характеристика неоднородного по химическому составу твердого раствора, образовавшегося при неравновесной кристаллизации в системе компонентов с неограниченной растворимостью в твердом и жидком состоянии. Влияние последствий неравновесной кристаллизации на структуру и свойства слитков и отливок из черных и цветных металлов. Виды структурных дефектов литого металлического сплава в связи с диаграммой состояния системы. Пути устранения последствий неравновесной кристаллизации.

Понятие отжига – гомогенизации, как диффузионного процесса. Зависимость коэффициента диффузии от температуры. Технологические параметры отжига гомогенизации: температура и время. Роль скорости нагрева скорости охлаждения в технологии гомогенизационного отжига. Пути сокращения длительности отжига - гомогенизации. Особенности структурных изменений при отжиге сплавов, содержащих в структуре неравновесные структурные составляющие.

Отжиг – гомогенизация при температурах выше неравновесного солидуса. Отжиг – рекристаллизация. Цели. Характеристика структурного состояния металла, предшествующего рекристаллизационному отжигу. Основные структурные механизмы пластической деформации: скольжение, незакономерный поворот кристаллической решетки, двойникование. Понятие деформационного упрочнения при скольжении. Конечные структуры металла после деформации с различными степенями. Свойства пластически деформированного металла.

Текстура деформации. Волокнистость, строчечность. Анизотропия свойств деформированного металла.

Процессы, протекающие при нагреве деформированного металла. Понятие процессов возврата. Механизмы отдыха, полигонизации и рекристаллизации «на месте».

Процессы рекристаллизации. Понятие первичной рекристаллизации. Зарождение зародышевых высокоугловых границ и их миграция. Особенности первичной рекристаллизации после деформации с критической степенью. Механизмы собирательной и вторичной рекристаллизации.

Основные закономерности рекристаллизации. Влияние технологических параметров отжига и предшествующей деформации на положение порога рекристаллизации и интенсивность процессов. Величина рекристаллизованного зерна. Изменение свойств металлов при отжиге - рекристаллизации. Текстура рекристаллизации. Анизотропия свойств рекристаллизованного металла.

Отжиг, увеличивающий зерно. Режимы отжига трансформаторной стали. Получение специальной "стапельной" структуры вольфрамовой проволоки для спиралей ламп накаливания. Применение отжига для получения монокристаллов.

3.2 Отжиг второго рода

Основное определение отжига второго рода. Возможность осуществления отжига второго рода в связи с диаграммой состояния системы. Фазовая перекристаллизация: частичная и полная. Основные закономерности фазовой перекристаллизации. Движущие силы фазовой перекристаллизации. Роль поверхностной и упругой энергии. Понятие критического зародыша. Перегрев и переохлаждение при фазовой перекристаллизации. Основные кристаллизационные параметры. Кинетика фазовой перекристаллизации.

Диаграммы изотермического и термокинетического типа при нагреве и охлаждении. Роль энергетических параметров фазовой перекристаллизации и процессов диффузии.

Образование аустенита при нагреве стали. Механизм и кинетика превращения феррито-цементитной структуры в аустенит. Особенности превращения для доэвтектоидной и заэвтектоидной стали. Превращения при непрерывном нагреве. Влияние скорости нагрева. Особенности механизма и кинетики образования аустенита при высокоскоростном нагреве.

Величина зерна аустенита при нагреве стали. Влияние химического состава стали на величину зерна. Понятие наследственно-крупнозернистой и наследственно-мелкозернистой стали. Влияние величины зерна на свойства стали. Превращения в стали при медленном охлаждении. Механизм перлитного превращения, формирование структуры перлита.

Кинетика перлитного превращения. Диаграмма изотермического превращения аустенита. Влияние степени переохлаждения и скорости охлаждения на строение перлита. Основные характеристики дисперсности феррито-цементитных структур. Понятия структур зернистого перлита, пластинчатого перлита, сорбита, троостита. Условия их образования, структура и свойства сталей с такими структурами.

Особенности фазовых превращений при охлаждении доэвтектоидных и заэвтектоидных сталей. Влияние скорости охлаждения и степени переохлаждения на структурное состояние избыточной фазы. Понятие квазиэвтектоида. Влияние химического состава стали, размера зерна и степени гомогенности аустенита на кинетику фазового превращения.

Технология отжига второго рода. Назначение, режимы, влияние на механические свойства и структуру стали, а также обрабатываемость стали резанием. Полный отжиг, нормализация, одинарная термическая обработка; изотермический отжиг и одинарная изотермическая обработка, патентирование. Неполный отжиг доэвтектоидной и заэвтектоидной стали. Процессы сфероидизации. Сфероидизирующий отжиг.

Виды фазовой перекристаллизации чугунов. Теория графитизации цементита. Влияние состава чугуна на структуру и способность к графитизации. Технология отжига на ковкий чугун: основной режим и особенности его для получения чугуна с перлитной, феррито-перлитной основой и др. Структура и свойства ковкого чугуна. Способы сокращения длительности отжига на ковкий чугун. Графитизированная сталь. Модифицированный серый чугун. Нормализация чугуна.

3.3 Закалка. Отпуск. Старение

Закалка. Основное определение. Связь понятия закалки с диаграммой состояния системы. Понятие полной и неполной закалки. Закалка без полиморфного превращения и закалка на мартенсит. Основные

технологические параметры закалки: температура, время выдержки, скорость охлаждения. Связь определения закалки с диаграммой изотермического превращения переохлажденной высокотемпературной фазы. Понятие критической скорости закалки.

Изменение механических свойств при закалке без полиморфного превращения. Закалка промышленных цветных сплавов. Классификация алюминиевых сплавов по способности к упрочнению при термообработке. Особенности закалки дуралюминов, авиалей, жаропрочных и высокопрочных деформируемых сплавов, литейных алюминиевых сплавов. Закалка с полиморфным превращением (закалка на мартенсит).

Основные понятия. Термодинамика мартенситного превращения. Связь с диаграммой изотермического превращения переохлажденного аустенита. Определение мартенситного превращения, как фазового превращения особого типа. Особенности мартенситного превращения.

Структура и строение мартенсита. Причины упрочнения стали при закалке на мартенсит. Понятие закаливаемости. Влияние содержания углерода и легирующих элементов на закаливаемость стали.

Технология закалки стали. Основные технологические параметры закалки стали. Определение температуры нагрева под закалку углеродистой доэвтектоидной и заэвтектоидной сталей. Перегрев при нагреве под закалку. Влияние легирования на температуру нагрева под закалку. Недогрев при закалке. Неполная закалка стали. Влияние скорости нагрева на температуру закалки. Длительность выдержки. Условия выбора скорости нагрева и длительности выдержки при закалке. Виды нагревающих сред. Ступенчатый нагрев под закалку.

Охлаждение при закалке. Выбор скорости охлаждения при закалке. Охлаждающие среды, их виды, характеристика. Внутренние напряжения при закалке. Коробление и деформация при закалке. Явление сверхпластичности (термокинетической пластичности) в момент протекания фазового (мартенситного) превращения. Способы борьбы с короблением и образованием трещин. Принципы бездеформационной закалки.

Способы закалки стали: непрерывная, прерывистая, ступенчатая, изотермическая. Структура и свойства стали после ступенчатой и изотермической закалки. Закалка с подстуживанием, закалка с обработкой холодом, закалка с самоотпуском, сорбитизация. Понятие прокаливаемости. Характеристики прокаливаемости: глубина закаленного слоя, полоса прокаливаемости, критический диаметр, идеальный критический диаметр.

Поверхностная закалка стали. Виды, применение. Особенности фазовых превращений при высокоскоростном непрерывном нагреве под закалку. Закалка с нагревом токами высокой частоты (ТВЧ). Основы индукционного нагрева. Влияние технологических параметров на глубину закаленного слоя. Способы закалки ТВЧ: одновременный, поочередный, непрерывно-последовательный, поочередно-последовательный и др. Преимущества и

недостатки закалки с нагревом ТВЧ. Закалка пламенем газовой горелки. Закалка в электролите, применение ультразвука для повышения качества закаленных изделий в электролите. Закалка с контактным нагревом. Лазерная поверхностная обработка.

Применение плазменного нагрева и других высококонцентрированных источников энергии для поверхностной закалки. Отпуск и старение. Основные положения и определения. Теоретические основы отпуска и старения. Теория распада пересыщенных твердых растворов. Стадии распада: образование микронеоднородностей в объеме пересыщенного твердого раствора, появление зон, зарождение метастабильных и стабильных фаз, рост частиц выделяющейся фазы, коагуляция. Механизмы процессов.

Особенности прерывистого и непрерывного распада пересыщенного твердого раствора. Определение состояния коллоидного равновесия в процессе распада. Изменения свойств при распаде пересыщенных твердых растворов. Классификация операций старения. Естественное и искусственное старение. Старение зонное и фазовое, неполное упрочняющее и полное старение, старение стабилизирующее, разупрочняющее. Кинетика старения. Влияние состава сплава, строения фаз на упрочнение сплавов при старении.

Отпуск углеродистой стали. Виды отпуска: низкий, средний, высокий. Улучшение. Процессы, протекающие при отпуске стали: распад мартенсита, распад и превращение остаточного аустенита, карбидное превращение, коагуляция карбидов. Изменение механических свойств при отпуске стали.

3.4 Химико-термическая обработка

Основные закономерности химико-термической обработки (ХТО). Цели химикотермической обработки. Взаимодействие поверхности обрабатываемого изделия с внешней средой и процессы насыщения. Этапы процесса насыщения: превращения в химически активной внешней среде, адсорбция, диффузия. Особенности формирования структуры диффузионного слоя при химико-термической обработке. Роль диаграммы состояния системы взаимодействующих компонентов.

Насыщение неметаллами. Цементация стали. Закономерности влияния температуры, длительности процессов и содержания в стали углерода и легирующих элементов на результаты цементации. Стали для цементации. Сущность и химизм цементации стали в твердом карбюризаторе, газовой и жидкой среде. Термическая обработка стали после цементации. Структура и свойства цементованной стали. Применение термоциклической обработки при цементации и после нее.

Азотирование стали. Диаграмма состояния системы железо - азот. Химизм процесса азотирования. Антикоррозионное азотирование стали. Азотирование легированной стали в целях поверхностного упрочнения.

Влияние легирующих элементов на результаты азотирования. Стали для азотирования. Режимы азотирования. Структура и свойства азотированных сталей. Термическая обработка азотируемых изделий. Ионное азотирование стали и чугуна.

Углеродоазотирование и азотонауглероживание (цианирование и нитроцементация) стали. Сущность и химизм совместного насыщения азотом и углеродом в цианистых ваннах и газовой среде. Структура и свойства машиностроительных сталей после азотонауглероживания.

Углеродоазотирование высоколегированных сталей в различных средах.

Структура и свойства быстрорежущей стали после углеродоазотирования. Сульфоцианирование стали. Цели. Структура и свойства стали после совместного насыщения материала тремя компонентами. Режимы и среды для сульфоцианирования. Способы борирования стали.

Насыщение металлами. Алитирование, хромирование, силицирование стали. Цели, условия ведения этих процессов. Структура и свойства слоев. Сведения о новых методах поверхностного насыщения стали бериллием, титаном, ванадием, вольфрамом, хромом, а также хромом и углеродом одновременно и др. Структура и свойства слоев, образующихся при насыщении. Новые подходы к организации насыщения металлами в газовых средах циркуляционными методами.

3.5 Деформационно-термическая обработка

Классификация видов деформационно-термической обработки. Механико-термическая обработка (МТО), термомеханическая обработка (ТМО) сталей и цветных металлов. Теоретические основы и технология МТО.

Разновидности МТО: дорекристаллизационная МТО (ДМТО), высокотемпературная МТО (ВМТО), низкотемпературная МТО (НМТО). Структура и свойства металлов и сплавов после МТО, ее назначение.

Технология ТМО: высокотемпературной ТМО (ВТМО), низкотемпературной ТМО (НТМО). Теоретические основы упрочнения при ТМО, структура и свойства стали после ТМО.

3.6 Микродеформационно-термическая обработка

Основные понятия микродеформационно-термической обработки металлов и сплавов. Основные виды такой обработки: термоциклическая обработка и ультразвуковая (термоультразвуковая) обработка.

Сведения о термомагнитной и термомеханомагнитной обработке. Понятие о термоциклической обработке (ТЦО). Структурные превращения при термоциклировании в системах с переменной ограниченной растворимостью твердых растворов, с полиморфным превращением твердых растворов и эвтектоидным превращением.

Технология термоциклической обработки цветных сплавов, доэвтектоидной, эвтектоидной и заэвтектоидной сталей и чугуна. Термоциклическая обработка в сочетании с химико-термической обработкой, ТЦО для уменьшения остаточных внутренних напряжений.

Основные сведения об ультразвуке и ультразвуковой обработке. Влияние ультразвука на жидкости и твердые тела. Классификация видов ультразвуковой и термоультразвуковой обработки.

РАЗДЕЛ 4 МЕТОДИКИ РАЗРУШАЮЩЕГО И НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

Рентгеновская дефектоскопия отливок из алюминиевых сплавов. Оборудование результатов. Метрологическое обеспечение неразрушающих методов и средств контроля дефектов.

Световая микроскопия. Анализ микродефектов и структуры изделий и полуфабрикатов из сталей, чугунов и алюминиевых сплавов.

Рентгеновский флюоресцентный, рентгеноспектральный методы определения химического состава алюминиевых сплавов.

Рентгенофазовый качественный и количественный анализ материалов.

Фрактография изломов. Анализ структуры сплавов с применением сканирующей электронной микроскопии.

Термический анализ алюминиевых сплавов для определения температур фазовых превращений.

СПИСОК ОСНОВНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Научно-исследовательская практика : учеб.-метод. пособие [Текст] / сост. Г. А. Меркулова. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2013. – 16 с.
2. СТО 4.2-07–2014 Стандарт организации. Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. – Введ. 09.01.2014. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2014.
3. Кожухар, В. М. Основы научных исследований [Текст] : учебное пособие / В. М. Кожухар. – М. : Дашков и К, 2012. – 216 с.
4. Колачев, Б. А. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов / Б. А. Колачев, В. А. Ливанов, В. И. Елагин. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : МИСИС, 2005. – 432 с.
5. Специальные стали и сплавы : учебное пособие / А. А. Ковалева, Е. С. Лопатина, В. И. Аникина, Т. Р. Гильманшина. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2016. – 232 с.
6. Арзамасов, В. Б. Материаловедение [Текст] : учебник для студентов вузов / В. Б. Арзамасов, А. А. Черепахин. – М. : Академия, 2013. – 173 с.

СПИСОК ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кожухар, В. М. Практикум по основам научных исследований [Текст] : учебное пособие / В. М. Кожухар. – М. : Изд-во АСВ, 2008. – 112 с.
2. Кузин, Ф. А. Диссертация. Методика написания. Правила оформления. Порядок защиты [Текст] : практич. пособие для докторантов, аспирантов и магистрантов / Ф. А. Кузин ; под ред. Абрамова В. А. – 4-е изд., доп. – М. : Ось-89, 2004. – 448 с.
3. Пантелеев, В. Компьютерная микроскопия / В. Пантелеев, О. Егорова, Е. Клыкова. – Техносфера, 2005 – 304 с.
4. Брандон, Д. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля / Д. Брандон, У. Каплан. – Техносфера, 2006 – 384 с.
5. Полмеар, Я. Легкие сплавы : от традиционных до нанокристаллов / Я. Полмеар. – Техносфера, 2008. – 464 с.
6. Половинкин, А. И. Основы инженерного творчества : учеб. пособие для студентов вузов / А. И. Половинкин. – М.: Машиностроение, 1988. – 368 с.
7. Колачев, Б. А. Технология термической обработки цветных металлов и сплавов / Б. А. Колачев, Р. М. Габидуллин, Ю. В. Пигузов. – М. : Metallurgia, 1980. – 280 с.
8. Геллер, Ю. А. Материаловедение [Текст] : (Методы анализа, лаб. работы и задачи): Учеб. пособие для вузов / Ю. А. Геллер, А. Г. Рахштадт ; ред. А. Г. Рахштадт. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Metallurgia, 1984. – 384 с.

9. Гольдштейн, М. И. Специальные стали / М. И. Гольдштейн, С. В. Грачев, Ю. Г. Векслер. – М. : Metallurgy, 1985. – 408 с.
10. Metallovedenie i tekhnologiya metallorv : uchebnyk dlya VUZorv / Yu. P. Solntsev, V. A. Veselov, V. P. Demyanets [i dr.]. – M. : Metallurgy, 1988. – 512 с.
11. Lяхovich, L. S. Специальные стали / L. S. Lяхovich. – Минск : Высшая школа, 1985. – 208 с.
12. Башнин, Ю. Ф. Технология термической обработки стали / Ю. Ф. Башнин, Б. К. Ушаков, А. Г. Секей. – М. : Metallurgy, 1986. – 424 с.
13. Марочник сталей и сплавов / В. Г. Сорокин, А. В. Волосникова, С. А. Вяткин [и др.] ; под общ. ред. В. Г. Сорокина. – М. : Машиностроение, 1989. – 640 с.
14. Попова, Л. Е. Диаграммы превращения аустенита в сталях и бета-раствора в сплавах титана : справочник / Л. Е. Попова, А. А. Попов. М. : Metallurgy, 1991. – 502 с.
15. Биронт, В. С. Теория термической обработки металлов. Теплофизические основы и расчеты : учеб. пособие / В. С. Биронт. – ГАЦМиЗ : Красноярск, 2001. – 132 с.
16. Термическая обработка в машиностроении : справочник ; под ред. Ю. М. Лахтина, А. Г. Рахштадта. – М.: Машиностроение, 1980. – 783 с.
17. Новиков, И. И. Metallovedenie, termoobrabotka i rentgenografiya : uchebnyk dlya vuzorv / И. И. Новиков, Г. Б. Строганов, А. И. Новиков. – М. : МИСИС, 1994. – 480 с.
18. Новиков, И. И. Теория термической обработки металлов / И. И. Новиков. – 4-е изд. – М. : Metallurgy, 1986. – 480 с.
19. «Известия ВУЗорv. Цветная металлургия» – периодический журнал.
20. «Известия ВУЗорv. Черная металлургия» – периодический журнал.
21. «Цветные металлы» – периодический журнал.
22. «Metallovedenie i termicheskaya obrabotka metallorv» – периодический журнал.
23. Научно-технический сборник ВИЛС «Технология легких сплавов».
24. РЖ «Metalлургия».
25. «Металлы» – периодический журнал.
26. «Физика металлов и metallovedenie» – периодический журнал.
27. «Materialovedenie» – периодический журнал.
28. «Сталь» – периодический журнал.
29. Официальный бюллетень «Изобретения».
30. Реферативный журнал «Изобретения стран мира».
31. Журнал «Интеллектуальная собственность».

Вопросы к экзамену

1. Ближний и дальний порядок в расположении атомов. Понятия фазовых переходов первого и второго рода.
2. Основные закономерности кристаллизации металлов и сплавов.
3. Модифицирование металлов и сплавов.
4. Строение и структура слитка. Факторы, определяющие форму и размер литого зерна.
5. Фазовые превращения в твердом состоянии. Полиморфизм металлов (аллотропическое превращение).
6. Изменение структуры и свойств металлов при холодной и горячей деформации.
7. Структура и свойства металлов при нагреве после холодной обработки давлением. Возврат, рекристаллизация.
8. Дефекты слитков и отливок.
9. Понятия: фазовая диаграмма (диаграмма состояния), компоненты, фазы, структурные составляющие.
10. Фазы в металлических системах и системах металлов и неметаллов. Виды твердых растворов. Условия образования непрерывных твердых растворов.
11. Фазовые диаграммы с неограниченной растворимостью компонентов жидком и твердом состояниях. Структура при кристаллизации сплавов твердых растворов.
12. Фазовые диаграммы систем с эвтектическим равновесием. Кристаллизация и фазовые превращения в твердом состоянии в системах эвтектического типа с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии. Эвтектика как структурная составляющая.
13. Фазовые диаграммы систем с перитектическим равновесием. Кристаллизация и формирования структуры сплавов.
14. Диаграммы фазового равновесия в системах с конгруэнтно плавящимися промежуточными фазами переменного и постоянного состава. Формирование структуры сплавов при кристаллизации и охлаждении в твердом состоянии.
15. Фазовые диаграммы систем с промежуточными фазами переменного и постоянного состава. Перитектическая кристаллизация с образованием инконгруэнтно плавящейся промежуточной фазой. Формирование структур сплавов при кристаллизации и охлаждении в твердом состоянии.
16. Строение и свойства чистого железа. Полиморфные превращения железа.
17. Диаграмма состояния железо-цементит. Характеристика фаз и структурных составляющих диаграммы, их строение и свойства.

18. Фазовые и структурные превращения в доэвтектоидных, эвтектоидных, заэвтектоидных сталях при кристаллизации и охлаждении в твердом состоянии.

19. Классификация сталей по качеству, химическому составу, применению, способу обработки. Влияние углерода, легирующих элементов и примесей на свойства сталей.

20. Классификация чугунов общего и специального назначения. Серый чугун с пластинчатым графитом для отливок, маркировка, применение и свойства чугуна. Структура серых чугунов на ферритной, феррито-перлитной и перлитной основе.

21. Высокопрочные чугуны, чугуны с вермикулярным графитом, ковкие чугуны, маркировка, применение и свойства чугунов. Чугуны специального назначения, легированные чугуны, маркировка, применение чугунов.

22. Маркировка, свойства и применение меди. Влияние примесей на структуру и свойства меди. Классификация медных сплавов.

23. Диаграмма состояния медь – цинк. Структура однофазных и двухфазных латуней.

24. Влияние легирующих элементов на структуру и свойства латуней. Сплавы медноцинковые, обрабатываемые давлением, сплавы медно – цинковые литейные. Маркировка, свойства и применение латуней.

25. Влияние легирующих элементов на свойства бронз. Бронзы оловянные, обрабатываемые давлением, бронзы оловянные литейные. Бронзы безоловянные, обрабатываемые давлением, бронзы безоловянные литейные. Маркировка, свойства, применение бронз.

26. Маркировка, структура и свойства алюминия. Влияния примесей на свойства алюминия. Литейные и деформированные сплавы на основе алюминия. Маркировка свойства и применение сплавов.

27. Маркировка, свойства и применение литейных алюминиевых сплавов. Диаграмма системы алюминий – кремний. Структура двойных силуминов.

28. Влияние примесей, условий охлаждения и модифицирования на структуру и свойства силуминов. Применение и термическая обработка сплавов. Структура и свойства немодифицированного и модифицированного силумина.

29. Деформируемые термически неупрочняемые алюминиевые сплавы. Влияние легирующих элементов на технологические и механические свойства сплавов. Маркировка, свойства, термическая обработка и применение сплавов.

30. Деформируемые термически упрочняемые алюминиевые сплавы. Влияние легирующих элементов на технологические и механические свойства сплавов. Маркировка, свойства, термическая обработка и применение термически упрочняемых сплавов.

31. Магний и его сплавы. Маркировка, свойства и применение деформируемых и литейных магниевых сплавов.

32. Структура и свойства титана. Влияние примесей, легирующих элементов на свойства титана. Маркировка, свойства и применение деформируемых и литейных титановых сплавов.

33. Классификация видов термической обработки металлов и сплавов. Виды отжига.

34. Отжиг I рода сталей и цветных сплавов: отжиг, уменьшающий напряжения; рекристаллизационные виды отжига.

35. Нормализация углеродистых сталей, разновидность отжига II рода.

36. Полный и неполный отжиг II рода углеродистых сталей, выбор параметров отжига (температура нагрева, скорость охлаждения).

37. Отжиг I рода сталей и цветных сплавов: гомогенизационный отжиг; отжиг, увеличивающий зерно.

38. Закалка сплавов без полиморфного превращения.

39. Распад пересыщенных твердых растворов при старении сплавов.

40. Закалка сплавов с полиморфным превращением. Закалка сталей на мартенсит.

41. Низкий, средний и высокий отпуск углеродистых сталей.

42. Способы закалки стали. Явление прокаливаемости.

43. Естественное и искусственное старение алюминиевых сплавов.

44. Принципы назначения температуры нагрева под закалку углеродистых сталей.

45. Нитроцементация стали.

46. Цементация стали.

47. Термомеханическая обработка стали (ТМО).

48. Азотирование стали.

49. Отпуск закаленных сталей: виды отпуска, структура, свойства.

50. Способы закалки стали.

51. Световая микроскопия. Анализ микродефектов и структуры изделий и полуфабрикатов из сталей, чугунов и алюминиевых сплавов.

52. Рентгеновский флюоресцентный, рентгеноспектральный методы определения химического состава алюминиевых сплавов.

53. Рентгенофазовый качественный и количественный анализ материалов.

54. Фрактография изломов. Анализ структуры алюминиевых сплавов с применением сканирующей электронной микроскопии.

55. Термический анализ алюминиевых сплавов для определения температур фазовых превращений.

**Критерии и параметры оценки устного экзамена
на вступительном испытании при поступлении в магистратуру СФУ**

**Направление 22.04.02 «Металлургия»
Магистерская программа
22.04.02.12 «Металловедческая экспертиза черных и цветных металлов»**

0–40 баллов	
Содержание и структура ответа	Содержание ответа не соответствует теме задания или соответствует ему в очень малой степени. В ответе отражено менее 10 % материала, предусмотренного заданием, не используются диаграммы состояния металлических систем. Продемонстрировано крайне низкое (отрывочное) знание фактического материала дисциплины, допущено много фактических ошибок, практически все факты (данные) либо искажены, либо неверны. Ответ не структурирован
Понимание	Продемонстрировано крайне слабое владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины (неуместность употреблений терминов, неверные аббревиатуры). Многочисленные ошибки в толковании терминов.
41–60 баллов	
Содержание и структура ответа	Содержание ответа соответствует теме задания. В ответе отражено 60–70 % материала, предусмотренного заданием, продемонстрировано умение пользоваться диаграммами состояния металлических систем. Продемонстрировано удовлетворительное знание фактического материала, есть фактические ошибки (25–30 %). Ответ плохо структурирован, нарушена логика. Ответ представлен логически не связанными друг с другом частями
Понимание	Есть ошибки в употреблении и трактовке терминов, формул, расшифровке аббревиатур. Примеры, иллюстрации, расчеты в малой степени соответствуют изложенному теоретическому материалу.
61–80 баллов	

Содержание и структура ответа	<p>В ответе отражено 70-80% материала, предусмотренного заданием, правильно применены диаграммы состояния металлических систем. Содержание ответа в целом соответствует теме задания.</p> <p>Демонстрируется знание фактического материала.</p> <p>Встречаются несущественные фактические ошибки.</p> <p>Ответ в достаточной степени структурирован</p>
Понимание	<p>Ошибки в употреблении терминов отсутствуют.</p> <p>Продемонстрирована уместность употребления аббревиатур, толкований и др.</p> <p>В ответе отчасти использованы адекватные иллюстрации, примеры, расчеты, справочные формулы и материалы</p>
81–100 баллов	
Содержание и структура ответа	<p>В ответе отражен весь материал, предусмотренный заданием с использованием диаграмм состояния металлических систем.</p> <p>Ответ полностью соответствует теме задания. В ответе отсутствуют фактические ошибки.</p> <p>Ответ четко структурирован и выстроен в логике.</p> <p>Части ответа логически взаимосвязаны</p>
Понимание	<p>В ответе продемонстрировано уверенное владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины и графическими образами диаграмм состояния металлических систем.</p> <p>Ошибки в употреблении терминов отсутствуют. В ответе представлено умелое использование категорий, терминов, формул, аргументированное изложение материала дисциплины с использованием диаграмм состояния.</p> <p>Ответ дополнен необходимым количеством адекватных иллюстраций, примеров, расчетов</p>

Примечание:

1. Критерии и параметры оценки задания применяются к оценке каждого вопроса экзаменационного билета не зависимо от количества вопросов. Итоговый балл, в случае нескольких вопросов, считается как среднее арифметическое.
2. В случае оценки одного из вопросов письменного задания (при наличии нескольких вопросов) «неудовлетворительно», количество баллов, выставленных за данный вопрос (0–40), в сумме баллов при выставлении итогового балла не учитывается.