



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Политехнический институт
Направление материаловедения и технологий
Кафедра «Материаловедение и физико-химия материалов»

УТВЕРЖДАЮ:

Заместитель директора
по направлению материаловедения и
технологий

_____ И.Н. Ермаков
«_____» _____ 2025 г.

ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ В МАГИСТРАТУРУ
ПО НАПРАВЛЕНИЮ 22.04.01
«МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ»

МАГИСТЕРСКАЯ ПРОГРАММА
«МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ: СТРУКТУРА И СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ»

Заведующий кафедрой
«Материаловедение и физико-химия материалов»

Д.А. Винник

Челябинск 2025

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Вступительное испытание проводится в виде теста.

На вступительном испытании необходимо ответить на 10 вопросов по тематике Перечня тематических разделов для вступительного испытания.

Длительность проведения вступительного испытания составляет 60 минут без учета длительности проведения предварительного инструктажа о регламенте проведения вступительного испытания.

Система оценивания. Каждый вопрос оценивается на разное количество баллов; максимальная оценка за вступительное испытание составляет 100 баллов.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМАТИЧЕСКИХ РАЗДЕЛОВ ДЛЯ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Экзаменационный тест в магистратуру включает в себя вопросы из следующих тематических разделов:

- физико-химия материалов и процессов;
- физико-химические исследования материалов и процессов.
- металловедение;
- термическая обработка металлов и сплавов.

ФИЗИКО-ХИМИЯ МАТЕРИАЛОВ И ПРОЦЕССОВ

Состав и свойства веществ и материалов. Основные классы неорганических и органических веществ. Характерные свойства основных классов веществ. Изменение и причины изменений свойств химических элементов и соединений химических элементов в таблице Д.И. Менделеева. Основные типы химической связи; влияние типа химической связи и структуры веществ на химические и физические свойства веществ. Способы выражения состава веществ и материалов. Уравнение состояния идеального газа. Расчеты количества реагентов и выхода продуктов по уравнениям химических реакций.

Химическая термодинамика. I и II законы термодинамики. Энтальпия, энтропия, энергия Гиббса. Закон Гесса и его применение в термохимических расчетах. Критерии возможности самопроизвольной реализации химических реакций.

Химическое равновесие. Формы записи равновесного закона действующих масс для химических реакций. Константа химического равновесия и ее связь с изменением энергии Гиббса. Зависимость константы равновесия от температуры. Уравнение изотермы химической реакции и возможность самопроизвольного процесса. Методы определения числовых значений констант равновесия химических реакций. Смещение химического равновесия под влиянием изменения температуры, давления и концентраций веществ. Термодинамическая активность веществ в многокомпонентных системах; методы определения термодинамической активности. Характерные случаи химического равновесия в водных растворах: диссоциация веществ; ионное произведение воды и показатель pH кислотности растворов; произведение растворимости и условие образования осадка; гидролиз водных растворов солей.

Химическая кинетика. Способы расчета скорости химических реакций. Кинетический закон действующих масс; константа скорости реакции; порядок реакции. Зависимость скорости химической реакции от температуры. Методы определения числовых значений константы скорости и порядка реакции. Катализ.

Фазовые равновесия и диаграммы состояния. Правило фаз. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах; диаграммы $P-V-T$ для однокомпонентных систем. Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах; основные типы диаграмм состояния. Методы определения состава и количества равновесных фаз с использованием диаграмм состояния.

Электрохимия. Термодинамика и кинетика электрохимических процессов. Неравновесные процессы в растворах электролитов. Гальванические элементы. Электролиз.

Тепломассообмен. Основные закономерности теплопередачи теплопроводностью, конвекцией, излучением; скорость нагрева тел. Основные законы диффузии; скорость массопередачи.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ И ПРОЦЕССОВ

Методы определения состава веществ и материалов. Химические методы анализа: гравиметрия; титриметрия. Физико-химические методы анализа: потенциометрия; кондуктометрия; фотоколориметрия; эмиссионная спектроскопия; атомно-абсорбционный анализ.

Методы определения структуры веществ и материалов. Рентгеноструктурный анализ. Металлографический анализ с использованием оптических микроскопов. Электронно-микроскопический анализ.

Методы определения свойств веществ и материалов. Методы определения весовой плотности и пористости материалов. Методы определения вязкости и поверхностного натяжения жидкостей. Методы определения теплоемкости, теплопроводности, коэффициента теплового расширения материалов. Методы определения электропроводности и магнитных свойств материалов. Методы определения механических свойств материалов – твердости, прочности, пластичности, ударной вязкости.

Методы определения параметров процессов. Методы измерения температуры. Методы измерения избыточного давления и разрежения. Методы измерения расходов газов и жидкостей.

Теоретические основы технологий изготовления материалов. Закономерности химических реакций в твердой фазе: твердофазное спекание; термический распад веществ. Закономерности химических реакций между газами и твердыми (жидкими) веществами: взаимодействие газовой фазы $CO-CO_2-H_2-H_2O$ с металлами и оксидами металлов; химическое осаждение из газовой фазы. Восстановление оксидов металлов твердым углеродом. Закономерности химических реакций между расплавами металлов и шлаков: распределение химических элементов между металлом и шлаком.

Основы технологий изготовления материалов. Metallургия железа, чугуна и стали. Metallургия цветных металлов и сплавов: обогащение рудных материалов; высокотемпературное восстановление металлов; гидрометаллургические технологии; электрометаллургические технологии – на примерах производства меди, цинка, алюминия, титана. Технологии изготовления неметаллических огнеупорных материалов. Нанотехнологии: физические и химические свойства наноматериалов; технологии изготовления наноматериалов. Композиционные и гибридные материалы: свойства; технологии изготовления. Коррозия и защита металлов: высокотемпературная химическая коррозия; электрохимическая коррозия в жидких средах и атмосфере; методы защиты металлов и конструкций от коррозии.

МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ

Структура металлов. Металлы, их свойства, отличия от неметаллов. Особенности атомно-кристаллического строения металлов. Типы кристаллических решеток металлов. Полиморфизм металлов. Строение реальных кристаллов; виды дефектов кристаллического строения и их влияние на свойства металлов. Кристаллическое и аморфное состояния металлов, условия их реализации.

Механические свойства металлов. Твердость, прочность, пластичность, ударная вязкость, износостойкость металлов и сплавов; разрушение металлов (вязкое и хрупкое), порог хладноломкости, факторы, определяющие склонность металлов к хрупкому разрушению. Влияние состава и структуры металлов и сплавов на их механические свойства.

Пластическая деформация металлов. Горячая и холодная пластические деформации; изменение структуры и свойств металлов в результате пластической деформации; явление наклепа.

Фазовые диаграммы состояния металлических сплавов. Диаграммы состояния Fe–Fe₃C и Fe–графит: компоненты, фазы, основные превращения (перитектическое, эвтектическое, эвтектоидное). Диаграммы состояния сплавов цветных металлов: сплавы на основе меди, алюминия, титана, магния.

Структура и свойства металлических сплавов.

Стали (доэвтектоидные, эвтектоидные, заэвтектоидные), их состав, маркировка, структура, свойства. Постоянные примеси в сталях, их влияние на механические и технологические свойства стали. Классификация и свойства сталей по назначению: низкоуглеродистые (строительные, трубные, для цементации), среднеуглеродистые, рессорно-пружинные, шарикоподшипниковые, коррозионностойкие, жаропрочные стали.

Чугуны (серые, ковкие, высокопрочные); состав, маркировка, структура, свойства, область применения.

Алюминиевые сплавы по способу изготовления деталей: деформируемые, литейные и спекаемые; состав, маркировка, структура, свойства, область применения.

Медные сплавы: латуни, бронзы, медноникелевые сплавы; состав, маркировка, структура, свойства, область применения.

ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Основы термической обработки сталей и чугунов. Критические точки стали. Аустенитизация. Закономерности роста аустенитного зерна при нагреве. Факторы, влияющие на склонность стали к росту зерна аустенита. Диффузионный распад переохлажденного аустенита. Строение и свойства продуктов распада по I ступени. Превращение аустенита по II ступени. Свойства продуктов распада. Мартенситное превращение. Его основные особенности. Строение и свойства мартенсита. Влияние легирующих элементов на диаграмму распада переохлажденного аустенита.

Отжиг I рода, основные разновидности, цели способы реализации. Полный отжиг доэвтектоидной стали. Задачи способы осуществления. Сфероидизирующий отжиг заэвтектоидной стали. Цели, способ реализации. Нормализация для до- и заэвтектоидной сталей. Задачи и способ осуществления.

Закалка. Выбор температуры нагрева и способа охлаждения до- и заэвтектоидной сталей. Влияние скорости охлаждения на структуру и свойства доэвтектоидной нелегированной стали. Верхняя критическая скорость закалки и определяющие ее фак-

торы. Закаливаемость и прокаливаемость сталей, факторы, их определяющие. Способы закалки. Внутренние остаточные напряжения в металле после закалки, их природа, факторы, определяющие их величину.

Превращения, протекающие при нагреве закаленной стали. Влияние температуры отпуска на свойства (прочность, пластичность, ударную вязкость) закаленной стали.

Термомеханическая обработка, ее разновидности. Влияние термомеханической обработки на структуру и свойства стали.

Особенности термической обработки чугунов.

Методы поверхностного упрочнения сталей. Цементация: стали, подвергаемые цементации; способы цементации; структура и свойства обработанной поверхности. Азотирование: стали, подвергаемые азотированию; способы азотирования; структура и свойства азотированного слоя. Нитроцементация: ее особенности по сравнению с цементацией и азотированием; термическая обработка после нитроцементации. Закалка токами высокой частоты (ТВЧ): стали для закалки ТВЧ; технологические особенности закалки ТВЧ; структура и свойства закаленного слоя. Диффузионная металлизация: ее задачи; разновидности диффузионной металлизации; структура и свойства поверхностных диффузионно металлизированных слоев.

Особенности термической обработки сплавов цветных металлов. Термическая обработка (закалка и старение) упрочняемых алюминиевых сплавов.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Неорганическая химия. Учебник / А.В. Шевельков, А.А. Дроздов, М.Е. Тамм; Под ред. А.В. Шевелькова. – Электрон. изд. — М.: Лаборатория знаний, 2021. – 591 с.

Физическая химия. Теоретическое и практическое руководство. Учеб. пособие для вузов / Под ред. акад. Б.П. Никольского. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Химия, 1987. – 880 с.

Физико-химические методы исследования металлургических процессов: Учебник для вузов / П.П. Арсентьев, В.В. Яковлев, М.Г. Крашенинников и др. – М.: Металлургия, 1988. – 511 с.

Воскобойников, В.Г., Кудрин, В.А., Якушев, А.М. Общая металлургия: учебник для вузов. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. – 768 с.

Наноматериалы: учеб. пособие / Д.И. Рыжонков, В.В. Лёвина, Э.Л. Дзидзигури. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 365 с.

Арзамасов, Б.Н. Материаловедение: учебник для втузов по специальностям в области техники и технологии / Б.Н. Арзамасов, И.И. Сидорин, Г.Ф. Косолапов и др.; Под общей ред. Б.Н. Арзамасова и Г.Г. Мухина. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 646 с.

Лахтин, Ю.М. Материаловедение: учебник для втузов / Ю.М. Лахтин, В.П. Леонтьева. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский дом Альянс, 2009. – 527 с.

Смирнов, М.А. Основы термической обработки стали / М.А. Смирнов, В.М. Счастливцев, Л.Г. Журавлев. – Екатеринбург: УрО РАН, 1999. – 495 с.