

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА ФИЗИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

ОДОБРЕНО
УМС ИЯФИТ Протокол №01/08/24-573.1 от 30.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ И ПРИКЛАДНОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 22.03.01 Материаловедение и технологии
материалов

| Семестр | Трудоемкость, кред. | Общий объем курса, час. | Лекции, час. | Практич. занятия, час. | Лаборат. работы, час. | В форме практической подготовки/ В | СРС, час. | КСР, час. | Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП |
|---------|------------------------|----------------------------|--------------|---------------------------|--------------------------|--|-----------|-----------|--|
| 6 | 2 | 72 | 15 | 15 | 15 | | 27 | 0 | 3 |
| 7 | 3 | 108 | 16 | 16 | 16 | | 24 | 0 | Э |
| Итого | 5 | 180 | 31 | 31 | 31 | 20 | 51 | 0 | |

АННОТАЦИЯ

Курс содержит основы теории кристаллизации металлов и сплавов, вопросы использования принципов термодинамики для построения и объяснения характера физико-химического взаимодействия в одинарных, двойных, тройных и многокомпонентных системах, вопросы теории и практики взаимодействия компонентов в жидком и твердом состояниях, основы теории и технологии термической обработки материалов, применяемых в новой технике.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения данной учебной дисциплины состоит в том, чтобы перед изучением курсов, непосредственно связанных с реакторными материалами, ввести студентов в основу теории кристаллизации металлов и сплавов, в вопросы использования принципов термодинамики для построения и объяснения характера физико-химического взаимодействия в одинарных, двойных и тройных системах, в вопросы теории и практики взаимодействия компонентов в жидком и твердом состояниях, в основы теории и технологии термической обработки материалов, применяемых в новой технике.

В результате изучения данного курса студент должен:

- 1) знать процессы кристаллизации и процессы, происходящие в сплавах при охлаждении и нагревании; основные виды диаграмм фазового равновесия; методы их построения с экспериментальной и термодинамической точек зрения; все виды термической обработки сплавов.
- 2) уметь проводить анализ любой диаграммы состояния двух и трехкомпонентных систем; правильно назначить режим термической обработки любого сплава.
- 3) иметь представление: о диаграммах состояния четырех и многокомпонентных систем; о структуре и свойствах сплавов, которые ускоренно нагревались и охлаждались при термической обработке.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у обучающихся в результате освоения дисциплин основной образовательной подготовки студента: «Математика: дифференциальное исчисление», «Интегральное исчисление и функции многих переменных», «Обыкновенные дифференциальные уравнения, вариационное исчисление», «Математика: аналитическая геометрия», «Линейная алгебра», «Кратные интегралы, векторный анализ, ряды», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Дифференциальные и интегральные уравнения», «Физическая химия и основы термодинамики», «Физика: физические основы механики», «Общая физика (молекулярная физика и основы статистической термодинамики)», «Общая физика (электричество и магнетизм)», «Общая физика (волны и оптика)», «Физический практикум», «Химия», «Сопротивление материалов», «Основы теории дефектов», «Физическая кристаллография».

Данная дисциплина является базой для изучения специальных дисциплин «Радиационная физика твердого тела», «Коррозия материалов и защита», «Физическое материаловедение», «Конструкционные и функциональные материалы», «Физические свойства твердых тел», «Взаимодействие излучения с веществом».

Знание ее содержания необходимо при выполнении работ по курсовому и дипломному проектированию, НИРС, а также при практической работе выпускников по специальности.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|--------------------------------|--|
|--------------------------------|--|

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

| Задача профессиональной деятельности (ЗПД) | Объект или область знания | Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта) | Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции |
|---|---|---|--|
| научно-исследовательский | | | |
| сбор данных о существующих типах и марках материалов, их структуре и свойствах применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников | основные типы современных конструкционных и функциональных неорганических (металлических и неметаллических) и органических (полимерных и углеродных) материалов, композитов и гибридных материалов, сверхтвердых материалов, интеллектуальных и наноматериалов, пленок и покрытий | ПК-1.2 [1] - способен применять знания об основных типах современных материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологичных процессов <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011 | З-ПК-1.2[1] - знать основные типы современных материалов, а также подходы к выбору материалов для заданных условий эксплуатации; У-ПК-1.2[1] - уметь выбрать материал для заданных условий эксплуатации; В-ПК-1.2[1] - владеть основными подходами при выборе материалов для заданных условий эксплуатации |
| сбор данных о существующих типах и марках материалов, их структуре и свойствах применительно к решению | основные типы современных конструкционных и функциональных неорганических (металлических и неметаллических) и | ПК-2 [1] - способен использовать на практике современные представления о влиянии структуры на свойства материалов, их взаимодействии с | З-ПК-2[1] - знать основные представления о структуре материалов и влиянии структуры на свойства материалов, их |

| | | | |
|--|---|--|---|
| поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников | органических (полимерных и углеродных) материалов, композитов и гибридных материалов, сверхтвердых материалов, интеллектуальных и наноматериалов, пленок и покрытий | окружающей средой, полями, частицами и излучениями <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011 | взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями; ; У-ПК-2[1] - уметь анализировать влияние структуры материалов на их свойства, а также ее эволюцию при взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями; ; В-ПК-2[1] - владеть практическими навыками анализа эволюции структурно-фазового состояния материалов при взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями и влияния этой эволюции на свойства материалов. |
|--|---|--|---|

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

| Направления/цели воспитания | Задачи воспитания (код) | Воспитательный потенциал дисциплин |
|-----------------------------|--|---|
| Профессиональное воспитание | Создание условий, обеспечивающих, формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (В17) | 1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной |

| | | |
|-----------------------------|---|---|
| | | <p>ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.</p> |
| Профессиональное воспитание | <p>Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (B18)</p> | <p>Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.</p> |
| Профессиональное воспитание | <p>Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)</p> | <p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со |

| | | |
|--|--|---|
| | | <p>студентами занятий и регулярных бесед;</p> <p>- формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.</p> |
|--|--|---|

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

| № п.п | Наименование раздела учебной дисциплины | Недели | Лекции/ Практ. (семинары) / Лабораторные работы, час. | Обязат. текущий контроль (форма*, неделя) | Максимальный балл за раздел** | Аттестация раздела (форма*, неделя) | Индикаторы освоения компетенции |
|-------|---|--------|---|---|-------------------------------|-------------------------------------|--|
| | <i>6 Семестр</i> | | | | | | |
| 1 | Фазовые превращения при кристаллизации в однокомпонентных и двухкомпонентных системах | 1-8 | 8/8/8 | ЛР-5 (5), Т-7 (5), Кл-8 (15) | 25 | КИ-8 | 3-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2 |
| 2 | Сложные диаграммы фазового равновесия | 9-15 | 7/7/7 | ЛР-9 (5), ЛР-13 (5), Кл-16 (15) | 25 | КИ-15 | 3-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2 |
| | <i>Итого за 6 Семестр</i> | | 15/15/15 | | 50 | | |
| | Контрольные мероприятия за 6 Семестр | | | | 50 | 3 | 3-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2 |
| | <i>7 Семестр</i> | | | | | | |
| 1 | Общая теория термической обработки. | 1-8 | 8/8/8 | Т-4 (5), ЛР-4 (5), ЛР- | 25 | КИ-8 | В-ПК-1.2, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, |

| | | | | | | | |
|---|---|------|----------|--|----|-------|---|
| | | | | 8 (5),Кл-8 (10) | | | 3-ПК-1.2, У-ПК-1.2 |
| 2 | Виды термообработки и основные принципы разработки сплавов с заданными свойствами | 9-16 | 8/8/8 | ЛР-10 (5),ЛР-12 (5),ЛР-14 (5),Т-15 (5),Кл-15 (5) | 25 | КИ-16 | 3-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2 |
| | <i>Итого за 7 Семестр</i> | | 16/16/16 | | 50 | | |
| | Контрольные мероприятия за 7 Семестр | | | | 50 | Э | 3-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2 |

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

| Обозначение | Полное наименование |
|-------------|---------------------|
| Т | Тестирование |
| Кл | Коллоквиум |
| ЛР | Лабораторная работа |
| КИ | Контроль по итогам |
| З | Зачет |
| Э | Экзамен |

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

| Недели | Темы занятий / Содержание | Лек., час. | Пр./сем., час. | Лаб., час. |
|------------|--|------------------------|----------------|------------|
| | <i>6 Семестр</i> | 15 | 15 | 15 |
| 1-8 | Фазовые превращения при кристаллизации в однокомпонентных и двухкомпонентных системах | 8 | 8 | 8 |
| 1 | Тема 1. Введение. Затвердевание металлов и сплавов. Введение. Развитие науки о металлах и сплавах. Роль русских и советских ученых Д.К.Чернова, П.П.Аносова, А.А.Байкова, Н.С.Курнакова, А.А.Бочвара, Г.В.Курдюмова и др. в развитии этой науки. Сущность науки о металлах и сплавах и значение ее для специальности. Металлы и сплавы, применяемые в современной технике. | Всего аудиторных часов | | |
| | | 1 | 1 | 0 |
| | | Онлайн | | |
| | | 0 | 0 | 0 |
| 2 - 3 | Тема 2. Основные закономерности фазовых превращений. Затвердевание металлов и сплавов. Теория фазового превращения при кристаллизации | Всего аудиторных часов | | |
| | | 2 | 2 | 4 |
| | | Онлайн | | |

| | | | | |
|-------|--|------------------------|---|---|
| | металлов. Особенности жидкого состояния. Самопроизвольное и несамопроизвольное образование зародышевых центров. Изменение свободной энергии системы при возникновении зародыша критического размера. Механизм роста кристаллов. Кинетика процессов кристаллизации (по А.Н.Колмогорову). Кривые температура - время. Формы кристаллических образований. Концентрационное переохлаждение и его использование. Механизмы движения межфазной границы. Перераспределение примесей. Затвердевание многофазных сплавов. Теория затвердевания при скоростной закалке. Основные закономерности фазовых превращений. Определение системы, компонента, фазы, числа степеней свободы. Правило фаз Гиббса (с выводом). Свободная энергия. Изобарно-изотермический потенциал Гиббса. Основные термодинамические понятия и закономерности. Уравнение Клайперона-Клаузиуса. | 0 | 0 | 0 |
| 4 | Тема 3. Однокомпонентные системы. Однокомпонентные системы. Уравнения состояния фазы. Трехмерная G-P-T-диаграмма. Зависимость изобарно-изотермического потенциала от температуры, давления и концентрации. Фиксирование температур двух и трехфазного равновесий с помощью кривых температурной зависимости изобарно-изотермического потенциала. P-T - диаграмма: критическая точка, значение линий и областей, наклон линий. Использование P-T диаграммы для практических целей. | Всего аудиторных часов | | |
| | | 1 | 1 | 0 |
| | | Онлайн | | |
| | | 0 | 0 | 0 |
| 5 - 8 | Тема 4. Основы фазовых равновесий в двухкомпонентных системах. Основы фазовых равновесий в двухкомпонентных системах. Основные понятия. Определение состава фаз, находящихся в равновесии, с помощью изобарно-изотермического потенциала. О соотношениях компонентов в двойных сплавах. Диаграммы фазовых равновесий двухкомпонентных систем. Твердые растворы; их типы и условия образования. Диаграмма состояния системы (ДСС) с неограниченной взаимной растворимостью компонентов в жидком и твердом состояниях, ее термодинамика. Правило отрезков, значение линий солидус и ликвидус, двухфазное равновесие, конода. Процессы кристаллизации в системе. ДСС с экстремальными точками на кривых солидуса и ликвидуса. Ошибки при построении ДСС. ДСС с бинодальной кривой. Упорядоченные твердые растворы, их характеристики и структуры. ДСС с упорядоченными твердыми растворами. Трехфазное равновесие в двухкомпонентных системах, его термодинамика. Эвтектические системы: термодинамика, трехфазное равновесие, применение правила фаз, состав фаз, правило рычага, структурообразование при нагреве и охлаждении. Структура и свойства сплавов. Треугольник Таммана. Различные типы эвтектических систем, в том числе с | Всего аудиторных часов | | |
| | | 4 | 4 | 4 |
| | | Онлайн | | |
| | | 0 | 0 | 0 |

| | | | | |
|---------|--|------------------------|---|---|
| | <p>ретроградным солидусом. Эвтектоидные системы, их особенности. Предельные случаи эвтектики и эвтектоида. Монотектические и синтектические системы, их термодинамика. Монотектический и монотектоидный распад. ДСС метатектического типа.</p> <p>Перитектические и перитектоидные системы. Трехфазное равновесие. Процессы при нагреве и охлаждении. Предельные случаи перитектики и перитектоида. Особенности фазовых превращений в твердом состоянии. Виды полиморфных превращений. Отклонения диаграмм состояния от равновесного состояния.</p> | | | |
| 9-15 | Сложные диаграммы фазового равновесия | 7 | 7 | 7 |
| 9 - 10 | Тема 5. ДСС с промежуточными фазами. Фазовые равновесия в трехкомпонентных системах. Геометрические основы изображения трехкомпонентных систем. Концентрационный треугольник. Пространственная диаграмма. Изотермические и политермические сечения. Приложение правила фаз и отрезков. Тройное трехфазное равновесие. Тройные системы с образованием эвтектики и твердых растворов. Структурные поля. Процессы при нагреве и охлаждении сплавов. Определение количества структурных составляющих. Структура сплавов. Реальные тройные диаграммы. Объемные модели тройных диаграмм. Принципы изображения концентрационного состава. Свойства тетраэдра. Понятие симплекса и комплекса. Проекционные методы. Использование ЭВМ и моделирования. | Всего аудиторных часов | | |
| | | 2 | 2 | 4 |
| | | Онлайн | | |
| | | 0 | 0 | 0 |
| 11 - 14 | Тема 6. Фазовые равновесия в трехкомпонентных системах. Фазовые равновесия в трехкомпонентных системах. Геометрические основы изображения трехкомпонентных систем. Концентрационный треугольник. Пространственная диаграмма. Изотермические и политермические сечения. Приложение правила фаз и отрезков. Тройное трехфазное равновесие. Тройные системы с образованием эвтектики и твердых растворов. Структурные поля. Процессы при нагреве и охлаждении сплавов. Определение количества структурных составляющих. Структура сплавов. Реальные тройные диаграммы. Объемные модели тройных диаграмм. Принципы изображения концентрационного состава. Свойства тетраэдра. Понятие симплекса и комплекса. Проекционные методы. Использование ЭВМ и моделирования. | Всего аудиторных часов | | |
| | | 4 | 4 | 3 |
| | | Онлайн | | |
| | | 0 | 0 | 0 |
| 15 | Тема 7. Методы построения ДСС. Методы построения ДСС. Оценка типа ДСС, выбор и приготовление сплавов. Установление равновесия. Основные методы построения. Определение предела растворимости, температур начала и конца плавления сплавов. Особенности построения трехкомпонентных диаграмм состояния. Диаграммы состояния четырех и | Всего аудиторных часов | | |
| | | 1 | 1 | 0 |
| | | Онлайн | | |
| | | 0 | 0 | 0 |

| | | | | |
|--------|---|------------------------|----|----|
| | многокомпонентных систем. | | | |
| | 7 Семестр | 16 | 16 | 16 |
| 1-8 | Общая теория термической обработки. | 8 | 8 | 8 |
| 1 - 4 | Тема 1. Термическая обработка и диаграмма состояния сплавов железо-углерод. Термическая обработка и диаграммы состояния сплавов. Основные цели термической обработки. Классификация видов термической обработки. Диаграмма состояния железо-углерод. Назначение линий и точек на ДСС. Характеристика фаз и структурных составляющих. Процессы при нагревании и охлаждении сплавов. Равновесная и метастабильная диаграммы. Структура стали и чугуна. | Всего аудиторных часов | | |
| | | 4 | 4 | 3 |
| | | Онлайн | | |
| | | 0 | 0 | 0 |
| 5 - 8 | Тема 2. Виды отжига. Отжиг первого рода. Отжиг второго рода. Отжиг первого рода. Изменение структуры и свойств сплавов при гомогенизационном отжиге. Влияние диффузии. Восходящая диффузия при отжиге. Структура и свойства деформированного металла. Критическая степень деформации. Наклеп. Рекристаллизационный и дорекристаллизационный отжики. Изменение термодинамических характеристик металла в результате деформирования. Возврат. Кинетика возврата. Отдых. Снятие напряжений. Полигонизация, рекристаллизация на месте. Первичная рекристаллизация, ее кинетика, текстуры отжига, зарождение и рост зерен. Первичная рекристаллизация железа и двухфазных сплавов. Температура начала рекристаллизации. Собирающая рекристаллизация. Влияние текстуры на физические свойства. Вторичная рекристаллизация, размер зерна в отожженном металле. Изменение свойств металла в результате отжига, анизотропия свойств. Выбор режимов отжига. Диаграммы рекристаллизации. Использование отжига для снятия напряжений. Отжиг второго рода. Гомогенное и гетерогенное зарождение фаз. Образование промежуточных метастабильных фаз. Кинетика фазовых превращений. Кинетические кривые. Образование переходных фаз. Отжиг сталей. Образование аустенита при нагреве: механизм и кинетика. Превращения аустенита при нагреве и охлаждении. Склонность к росту зерен аустенита. Разновидности отжига сталей. Полный и неполный отжики. Сфероидизирующий отжиг. Изотермический отжиг. Нормализация. Патентирование. Гетерогенизирующий отжиг. Отжиг с фазовой перекристаллизацией. Отжиг урана. Изотермическая обработка. | Всего аудиторных часов | | |
| | | 4 | 4 | 5 |
| | | Онлайн | | |
| | | 0 | 0 | 0 |
| 9-16 | Виды термообработки и основные принципы разработки сплавов с заданными свойствами | 8 | 8 | 8 |
| 9 - 12 | Тема 3. Закалка с полиморфным и без полиморфного превращения. | Всего аудиторных часов | | |
| | | 4 | 4 | 6 |

| | | | | |
|---------|--|------------------------|---|---|
| | <p>Закалка без полиморфного превращения. Теория закалки. Нагрев и охлаждение. Кинетика распада переохлажденного раствора. Критическая скорость охлаждения. Изменение свойств при закалке без полиморфного превращения. Виды закалки. Сверхбыстрая закалка. Изменение вида диаграмм при быстрой и сверхбыстрой кристаллизации и закалке. Структура сплавов, закристаллизовавшихся в условиях ограниченной диффузии.</p> <p>Мартенситные превращения. Диаграммы состояния систем, в которых могут наблюдаться мартенситные превращения. Особенности мартенситного превращения. Кинетика мартенситных превращений. Изменение структуры и свойств сплавов при закалке на мартенсит. Влияние деформации на мартенситное превращение. Эффект памяти формы. Бейнитное превращение; кинетика и механизм. Прокаливаемость и закаливаемость сталей. Напряжения при закалке. Практика закалки.</p> <p>Старение и отпуск. Термодинамика и кинетика выделения из твердого раствора. Изменение структуры и свойств сплавов при старении. Влияние состава сплава. Естественное и искусственное старение. Старение под воздействием пластической деформации. Выбор режима старения. Возврат после старения. Отпуск. Изменения структуры и механических свойств сталей при отпуске. Выбор режима отпуска, тактика отпуска. Отпускная хрупкость.</p> | Онлайн | | |
| | | 0 | 0 | 0 |
| 12 - 14 | <p>Тема 4. Термомеханическая и химико-термическая обработка.</p> <p>Термомеханическая обработка. Структурные изменения в металле во время и по окончании горячей деформации. Химикотермическая обработка. Связь между диаграммой состояния и составом фаз, образующихся при реактивной диффузии. Образование и особенности старения диффузионных зон. Химикотермическая обработка в твердой, жидкой и газовых средах. Свойства изделий после химико-термической обработки. Особенности термической обработки материалов, используемых в физических установках.</p> | Всего аудиторных часов | | |
| | | 2 | 2 | 2 |
| | | Онлайн | | |
| | | 0 | 0 | 0 |
| 15 - 16 | <p>Тема 5. Классификация сталей.</p> <p>Основные принципы разработки сплавов с заданными свойствами: состав сплава - диаграмма состояния - структура - свойства. Влияние легирования на технологические свойства и термообработку.</p> | Всего аудиторных часов | | |
| | | 2 | 2 | 0 |
| | | Онлайн | | |
| | | 0 | 0 | 0 |

Сокращенные наименования онлайн опций:

| Обозначение | Полное наименование |
|-------------|-------------------------|
| ЭК | Электронный курс |
| ПМ | Полнотекстовый материал |
| ПЛ | Полнотекстовые лекции |
| ВМ | Видео-материалы |

| | |
|-----|----------------------------------|
| АМ | Аудио-материалы |
| Прз | Презентации |
| Т | Тесты |
| ЭСМ | Электронные справочные материалы |
| ИС | Интерактивный сайт |

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

| Недели | Темы занятий / Содержание |
|---------|--|
| | <i>6 Семестр</i> |
| 1 - 5 | Лабораторная работа №1 «Изучение металлографического микроскопа и методов приготовления микрошлифов и измерения твердости металлов и сплавов». |
| 6 - 9 | Лабораторная работа №2 «Построение диаграммы состояния системы олово-висмут и изучение структур сплавов этой системы». |
| 10 - 13 | Лабораторная работа №3 «Изучение трехкомпонентной системы фазового равновесия». |
| | <i>7 Семестр</i> |
| 1 - 3 | Лабораторная работа №4 Изучение диаграммы состояния сплавов железо-углерод и микроструктуры сталей и чугунов |
| 4 - 5 | Лабораторная работа №5 Деформация и рекристаллизация металлов и сплавов |
| 6 - 7 | Лабораторная работа №6 Отжиг и нормализация металлов и сплавов |
| 8 - 10 | Лабораторная работа №7 Старение сплавов (на примере термообработки дуралюмина). |
| 11 - 13 | Лабораторная работа №8 Закалка и отпуск сталей и сплавов. |

ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

| Недели | Темы занятий / Содержание |
|---------|--|
| | <i>6 Семестр</i> |
| 1 | Тема 1. Введение. Затвердевание металлов и сплавов. Предмет материаловедения; современная классификация материалов, основные этапы развития материаловедения |
| 2 - 3 | Тема 2. Основные закономерности фазовых превращений. Затвердевание металлов и сплавов. Решение задач по теме "Самопроизвольное и несамопроизвольное образование зародышевых центров". |
| 4 | Тема 3. Однокомпонентные системы. Рассмотрения термодинамического равновесия и процессов протекающих в однокомпонентных системах. Применение Р-Т диаграмм для практических целей. |
| 5 - 8 | Тема 4. Основы фазовых равновесий в двухкомпонентных системах. Рассмотрение процессов кристаллизации в двухкомпонентных системах. Решение задач по определению состава и количества равновесных фаз. Правило отрезков. |
| 9 - 10 | Тема 5. ДСС с промежуточными фазами. Анализ сложных ДСС. |
| 11 - 14 | Тема 6. Фазовые равновесия в трехкомпонентных системах. |

| | |
|---------|--|
| | Проведение дискуссии по теме «ДСС с промежуточными фазами». Построение изотермических и политермических сечений для трехкомпонентных систем. Определение состава и количества равновесных фаз при рассмотрении трехкомпонентных и многокомпонентных систем. |
| 15 - 16 | Тема 7. Методы построения ДСС. Рассмотрение существующих методов построения ДСС. Проведение дискуссии 2 по теме «Методы построения ДСС». |
| | <i>7 Семестр</i> |
| 1 - 4 | Тема 1. Термическая обработка и диаграмма состояния сплавов железо-углерод. Классификация видов термической обработки. Диаграмма состояния железо-углерод. Назначение линий и точек на ДСС. Характеристика фаз и структурных составляющих. Процессы при нагревании и охлаждении сплавов. Равновесная и метастабильная диаграммы. Структура стали и чугуна. Решение практических задач. |
| 5 - 8 | Тема 2. Виды отжига. Отжиг первого рода. Рассмотрение основных процессов протекающих в материалах при проведении отжига первого и второго рода. Решение материаловедческих задач по получению сплавов с заданной структурой и свойствами, путем правильного выбора исходного состояния вещества и последующей термической обработки. |
| 9 - 12 | Тема 3. Закалка с полиморфным и без полиморфного превращения. Виды закалки. Решение материаловедческих задач по получению сплавов с заданной структурой и свойствами, путем правильного выбора исходного состояния вещества и последующей термической обработки. |
| 13 - 14 | Тема 4. Термомеханическая и химико-термическая обработка. Рассмотрение основных особенностей термомеханической и химико-термической обработки. |
| 15 - 16 | Тема 5. Классификация сталей. Проведение дискуссии по темам 4 «Термомеханическая и химико-термическая обработка» и 5 «Классификация сталей. Основные принципы разработки сплавов с заданными свойствами: состав сплава - диаграмма состояния - структура - свойства». |

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы учебной дисциплины используются различные образовательные технологии – занятия проводятся в форме лекций, практических занятий, контроля самостоятельной работы, лабораторных работ, дискуссий. Лабораторные работы охватывают практически все разделы учебного курса и проводятся фронтально. Им предшествует чтение лекций по тематике последующих лабораторных работ. При проведении контроля самостоятельной работы, разбираются типовые задачи для всех модулей дисциплины.

Для контроля усвоения студентом разделов данного курса используются тестовые технологии, ответы на которые позволяют судить об усвоении студентом данной дисциплины. Усвоение студентами материала дисциплины контролируется написанием коллоквиумов. Самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы для подготовки к тестам и лабораторным работам.

Контроль по итогам успеваемости проводится согласно учебному плану и включает в себя контроль сдачи лабораторных работ, результаты дискуссий, коллоквиумов и тестирования.

Промежуточная аттестация заключается в проведении зачета и экзамена в соответствующих семестрах согласно учебному плану.

При реализации данной учебной дисциплины используются интерактивные методы взаимодействия со студентами. Для занятий, проводимых в интерактивной форме для дисциплины «Теоретическое и прикладное материаловедение» отводится 12 часов, из них 6 часов отводится на практические занятия и дискуссии и 6 часов отводится на лабораторные работы.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

| Компетенция | Индикаторы освоения | Аттестационное мероприятие (КП 1) | Аттестационное мероприятие (КП 2) |
|-------------|---------------------|---|---|
| ПК-1.2 | З-ПК-1.2 | З, КИ-8, КИ-15, ЛР-5, Т-7, Кл-8, ЛР-9, ЛР-13, Кл-16 | Э, КИ-8, КИ-16, Т-4, ЛР-4, ЛР-8, Кл-8, ЛР-10, ЛР-12, ЛР-14, Т-15, Кл-15 |
| | У-ПК-1.2 | З, КИ-8, КИ-15, ЛР-5, Т-7, Кл-8, ЛР-9, ЛР-13, Кл-16 | Э, КИ-8, КИ-16, Т-4, ЛР-4, ЛР-8, Кл-8, ЛР-10, ЛР-12, ЛР-14, Т-15, Кл-15 |
| | В-ПК-1.2 | З, КИ-8, КИ-15, ЛР-5, Т-7, Кл-8, ЛР-9, ЛР-13, Кл-16 | Э, КИ-8, КИ-16, Т-4, ЛР-4, ЛР-8, Кл-8, ЛР-10, ЛР-12, ЛР-14, Т-15, Кл-15 |
| ПК-2 | З-ПК-2 | З, КИ-8, КИ-15, ЛР-5, Т-7, Кл-8, ЛР-9, ЛР-13, Кл-16 | Э, КИ-8, КИ-16, Т-4, ЛР-4, ЛР-8, Кл-8, ЛР-10, ЛР-12, ЛР-14, Т-15, Кл-15 |
| | У-ПК-2 | З, КИ-8, КИ-15, ЛР-5, Т-7, Кл-8, ЛР-9, ЛР-13, Кл-16 | Э, КИ-8, КИ-16, Т-4, ЛР-4, ЛР-8, Кл-8, ЛР-10, ЛР-12, ЛР-14, Т-15, Кл-15 |
| | В-ПК-2 | З, КИ-8, КИ-15, ЛР-5, Т-7, Кл-8, ЛР-9, ЛР-13, Кл-16 | Э, КИ-8, КИ-16, Т-4, ЛР-4, ЛР-8, Кл-8, ЛР-10, ЛР-12, ЛР-14, Т-15, Кл-15 |

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

| Сумма баллов | Оценка по 4-ех балльной шкале | Оценка ECTS | Требования к уровню освоению учебной дисциплины |
|--------------|-------------------------------|-------------|---|
| 90-100 | 5 – «отлично» | A | Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы. |
| 85-89 | 4 – «хорошо» | B | Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос. |
| 75-84 | | C | |
| 70-74 | | D | |
| 65-69 | 3 – «удовлетворительно» | E | Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала. |
| 60-64 | | | |
| Ниже 60 | 2 – «неудовлетворительно» | F | Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. |

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Ф 45 Материаловедение и технология материалов в 2 ч. Часть 1 : учебник для академического бакалавриата, Фетисов Г. П., Москва: Юрайт, 2018
2. ЭИ Ф 45 Материаловедение и технология материалов в 2 ч. Часть 2 : учебник для академического бакалавриата, Фетисов Г. П., Москва: Юрайт, 2019
3. 620 Ф50 Физическое материаловедение Т.1 Физика твердого тела, , Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
4. 620 Ф50 Физическое материаловедение Т.2 Основы материаловедения, , Москва: НИЯУ МИФИ, 2012

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 620 Ф50 Физическое материаловедение Т.3 Методы исследования структурно-фазового состояния материалов, , Москва: НИЯУ МИФИ, 2012

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

1. Пакет программ Microsoft Office (Б-109)

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

1. <http://www.scopus.com> ()

2. <http://elibrary.ru> ()

3. <http://library.mephi.ru> ()

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Металлографические микроскопы ЕС МЕТАМ РВ-22 (Б-124)

2. Автоматический пресс для металлографических образцов ПОЛИЛАБ С50А. (Б-124/126)

3. Автоматический настольный металлографический отрезной станок общего назначения ПОЛИЛАБ Р80А. (Б-124/126)

4. Прецизионный отрезной станок ПОЛИЛАБ Р30М. (Б-124/126)

5. Ручной двухдисковый шлифовально-полировальный станок с независимой работой дисков. (Б-124/126)

6. Полуавтоматический шлифовально-полировальный станок с плавной регулировкой скорости. (Б-124/126)

7. Цифровая видеокамера для микроскопа ТС-500 и ПО. (Б-124/126)

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Курс направлен на формирование у обучающихся компетенций (части компетенций), предусмотренных образовательным стандартом. Аудиторные занятия являются только частью общего материала, который должен освоить студент. Поэтому необходимо помнить, что аудиторные занятия дополняются самостоятельной работой студента. При самостоятельной работе следует использовать рекомендованную литературу, а также ресурсы сети Интернет. Для более успешного освоения материала курса целесообразно перед каждым аудиторным занятием прочитать материал из рекомендованной литературы и из интернет-источников.

При реализации программы учебной дисциплины используются различные образовательные технологии – занятия проводятся в форме лекций, практических занятий,

контроля самостоятельной работы, лабораторных работ, дискуссий. Лабораторные работы охватывают практически все разделы учебного курса и проводятся фронтально. Им предшествует чтение лекций по тематике последующих лабораторных работ. При проведении контроля самостоятельной работы, разбираются типовые задачи для всех модулей дисциплины.

Для контроля усвоения студентом разделов данного курса используются тестовые технологии, ответы на которые позволяют судить об усвоении студентом данной дисциплины. Усвоение студентами материала дисциплины контролируется написанием коллоквиумов. Самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы для подготовки к тестам и лабораторным работам.

Контроль по итогам успеваемости включает в себя контроль сдачи лабораторных работ, результаты дискуссий, коллоквиумов и тестирования.

При реализации данной учебной дисциплины используются интерактивные методы взаимодействия со студентами. Для занятий, проводимых в интерактивной форме для дисциплины отводится 12 часов, из них 6 часов отводится на практические занятия и дискуссии и 6 часов отводится на лабораторные работы.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Курс содержит основы теории кристаллизации металлов и сплавов, вопросы использования принципов термодинамики для построения и объяснения характера физико-химического взаимодействия в одинарных, двойных, тройных и многокомпонентных системах, вопросы теории и практики взаимодействия компонентов в жидком и твердом состояниях, основы теории и технологии термической обработки материалов, применяемых в новой технике.

Лабораторные работы проводятся в соответствии с методическими указаниями по каждой работе.

ПЛАН КОНТРОЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

При решении задач затрагиваются следующие темы учебной дисциплины:

1. Процессы кристаллизации;
2. Диаграммы состояния (Bi-Sn, Sn-Pb, Bi-Sn-Pb);
3. Диаграмма состояния «Fe – Fe₃C»;
4. Классификация сталей (по структуре и назначению);
5. Деформационное упрочнение и рекристаллизация;
6. Термическая обработка;
7. Термическое и химикотермическое упрочнение деталей.

Проведение практических занятий и выполнение самостоятельных работ

Студенты должны, используя полученный на лекциях материал, научиться решать задачи по курсу.

Следует использовать различные приемы вовлечения студентов в процесс освоения учебного материала:

- опрос студентов по содержанию прочитанных лекций;

- вызов студентов к доске для решения текущих задач;
- самостоятельное решение задачи со сверкой промежуточных и конечного результатов решения;
- показ преподавателем на доске решения типовых задач;
- самостоятельная работа над заданиями.

Основной объем самостоятельной работы приходится на подготовку к семинарским занятиям. Для более результативного проведения семинарских занятий целесообразно провести краткий опрос студентов перед началом занятий, обсудив материалы предыдущего занятия и тему предыдущего занятия.

Необходимо помнить, что посещение семинарских занятий в соответствии с графиком учебного процесса является обязательным для студентов очной формы обучения. В случае невозможности присутствия на занятии по уважительным причинам, необходимо уточнить на кафедре даты дополнительного занятия. Итоговая оценка по промежуточной аттестации в первую очередь зависит от того, насколько активно студент участвовал в семинарских занятиях, участвовал в обсуждении полученных результатов, а также от ответов на дополнительные вопросы.

Организация контроля

Контроль знаний осуществляется путем проведения контрольных или самостоятельных работ с последующей проверкой.

На основании этих результатов выставляется внутрисеместровый зачет.

Проведение зачетов и экзаменов

Для допуска к зачету или экзамену необходимо иметь положительные оценки по каждой теме. Во время зачета студент получает индивидуальный билет и готовит ответы на вопросы по курсу.

Автор(ы):

Иванников Александр Александрович