

Министерство просвещения Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»  
Институт инженерно-педагогического образования  
Кафедра инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и  
металлургии

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.О.07.05 «МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ И ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА  
МЕТАЛЛОВ»**

Направление подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по  
отраслям)

Профиль программы «Высокие технологии в сварке и плазменной  
обработке материалов»

Автор(ы): д-р техн. наук, профессор, Б.Н. Гузанов  
заведующий кафедрой  
канд. физ.-мат. наук, доцент, В.В. Бухаленков  
доцент

Проректор по  
образовательной  
деятельности

Л. К. Габышева

Екатеринбург  
2024

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Цель освоения дисциплины «Металловедение и термическая обработка металлов»: формирование системы знаний о составе и строении металлических материалов и о закономерностях термического воздействия на свойства металлов.

Задачи:

- формирование знаний научных основ металловедения, теории и практики термической обработки металлов и сплавов,
- изучение строения металлов;
- изучение закономерностей влияния состава и строения металлических материалов на их свойства;
- изучение влияния термического воздействия на свойства металлов и сплавов;
- развитие умений оптимального выбора металлических материалов для изготовления металлоконструкций;
- развитие умений выбора вида термообработки и ее режимов.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина «Металловедение и термическая обработка металлов» относится к обязательной части учебного плана.

Для изучения учебной дисциплины необходимы знания, умения и владения, формируемые следующими дисциплинами:

1. Физика.
2. Математика.
3. Ознакомительная практика.
4. Эксплуатационная практика.
5. Химия металлов.

Перечень учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и владения, формируемые данной учебной дисциплиной:

1. Физико-химические процессы в плазменных и сварочных технологиях.
2. Технологии и оборудование электродуговой сварки.
3. Технологии и оборудование сварки давлением.
4. Проектирование сварных конструкций.
5. Современные материалы в машиностроении.
6. Техническое творчество в сварке.
7. Технологии газовой и плазменной обработки металлов.
8. Научно-исследовательская работа.
9. Преддипломная практика.

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:

- УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений;
- ОПК-5 Способен осуществлять контроль и оценку формирования результатов образования обучающихся, выявлять и корректировать трудности в обучении;
- ОПК-8 Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний;
- ПКО-1 Способен реализовывать программы профессионального обучения, СПО и (или) ДПП по учебным предметам, курсам, дисциплинам (модулям), практикам.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

Знать:

31. Строение и свойства металлов и сплавов;
32. Теорию и практику термической обработки металлов и сплавов;
33. Закономерности формирования структуры металлических сплавов и способы управления ими;
34. Основные виды термической и химико-термической обработки сплавов и их режимы;
35. Классификацию, маркировку и области применения сплавов на основе железа и цветных металлов.

Уметь:

- У1. Самостоятельно работать с информационной, справочной и технической литературой;
- У2. Выбирать приборы и устройства для проведения структурного анализа, механических испытаний, термической обработки металлов и сплавов;
- У3. Определять механические свойства сплавов;
- У4. Выбирать и назначать режимы термической обработки;
- У5. Анализировать физико-механические свойства сплавов и выбирать марку сплава для деталей машин и инструментов, исходя из их условий работы.

Владеть:

- В1. Методикой выбора технологии термической обработки;
- В2. Навыками работы с информационной основой для эффективного осуществления профессионально-педагогической деятельности;
- В3. Навыками рационального выбора состава, формирования структуры сплавов для обеспечения требуемых свойств.

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Объем дисциплины и виды контактной и самостоятельной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зач. ед. (216 час.), семестры изучения – 4, 5, распределение по видам работ представлено в табл. № 1.

Таблица 1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Вид работы	Форма обучения
	очная
	Семестр изучения
	4, 5 сем.
	Кол-во часов
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	216
Контактная работа, в том числе:	82
Лекции	34
Практические занятия	36
Лабораторные работы	12
Самостоятельная работа студента	134
Промежуточная аттестация, в том числе:	
Экзамен	4,5 сем.

*\*Распределение трудоемкости по видам контактной работы для заочной формы обучения (при наличии) корректируется в соответствии с учебным планом заочной формы обучения.*

### 4.2 Содержание и тематическое планирование дисциплины

Таблица 2. Тематический план дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Сем.	Всего, час.	Вид контактной работы, час.			СРС
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	
1. Введение	4	12	2	-	-	10
2. Кристаллическое строение металлов	4	19	4	2	2	11
3. Деформация и механические свойства металлов.	4	16	2	2	2	10
4. Влияние нагрева на структуру и свойства деформированного металла.	4	15	2	2	-	11

5. Кристаллизация металлов и строение металлического слитка.	4	16	2	4	-	10
6. Фазы в металлических сплавах	4	19	4	4	-	11
7. Диаграммы состояния сплавов	4	16	2	4	-	10
8. Железо и его сплавы	4	21	4	4	2	11
9. Фазовые превращения в железо-углеродистых сплавах	4	16	2	2	2	10
10. Основные виды термической обработки сталей	5	18	2	4	2	10
11. Химико-термическая обработка стали	5	16	2	2	2	10
12. Классификация и маркировка сталей и сплавов	5	18	4	4	-	10
13. Принципы термической обработки цветных сплавов	5	14	2	2	-	10

*\*Распределение часов по разделам (темам) дисциплины для заочной формы обучения осуществляется научно-педагогическим работником, ведущим дисциплину.*

### **4.3 Содержание разделов (тем) дисциплин**

#### **Раздел 1. Введение**

1. Цели, задачи, содержание и формы работ по дисциплине «Металловедение и термообработка металлов». Краткий исторический обзор развития металловедения и термической обработки металлов. Достижения современной науки о металлах. Связь курса с другими дисциплинами.

#### **Раздел 2. Кристаллическое строение металлов**

2.1. Атомно-кристаллическая структура металлов. Кристаллические решетки металлов и их характеристики Кристаллографические обозначения атомных плоскостей. Индексы направлений. Анизотропия кристаллов. Зерно металла.

2.2. Дефекты кристаллической решетки металла. Точечные, линейные и поверхностные дефекты кристаллического строения металлов. Границы зерен и их структура.

2.3. Понятие о макроструктуре и микроструктуре металлов. Методы исследования металлов. Макроскопический метод исследования. Микроскопический метод исследования. Электронная микроскопия. Рентгеноструктурный анализ. Физические методы исследования металлов.

#### **Раздел 3. Деформация и механические свойства металлов.**

3.1. Деформация металлов. Упругая и пластическая деформация. Механизм холодной пластической деформации. Изменение микроструктуры и механических

свойств металлов при холодной деформации. Техническая и теоретическая прочность металлов. Упрочнение (наклеп) и его причины.

3.2. Механические свойства металлов. Механические характеристики, определяемые при статистических испытаниях. Твердость, прочность, пластичность металлов. Кривая растяжения. Механические свойства при динамических испытаниях. Механические свойства при переменных нагрузках. Конструктивная прочность.

3.3. Хрупкое и вязкое разрушение металлов. Механизмы разрушения. Схема академика Иоффе. Порог хладноломкости.

#### **Раздел 4. Влияние нагрева на структуру и свойства деформированного металла.**

4.1 Метастабильное состояние деформированного металла. Явление возврата металлов. Рекристаллизация металлов. Температура рекристаллизации. Структура и свойства рекристаллизованного металла. Горячая пластическая деформация. Роль температуры при деформировании.

#### **Раздел 5. Кристаллизация металлов и строение металлического слитка.**

5.1. Структура металлов в жидком состоянии. Ближний и дальний порядок. Самопроизвольная кристаллизация. Изменение свободной энергии при кристаллизации. Критический размер зародыша, зависимость его от степени переохлаждения. Влияние степени переохлаждения на число зародышей.

5.2. Несамостоятельная кристаллизация. Условия самостоятельной кристаллизации. Модифицирование.

5.3. Строение металлического слитка. Факторы, определяющие форму и размеры зерен при кристаллизации металлов. Рост кристаллов. Дендритный механизм роста.

#### **Раздел 6. Фазы в металлических сплавах**

6.1 Понятие о компонентах, фазах, системе. Физическая природа фаз в сплавах. Твердые растворы замещения при неограниченной и ограниченной растворимости компонентов. Твердые растворы внедрения. Химические соединения с нормальной валентностью и электронные соединения. Разновидности электронных соединений. Фазы внедрения.

#### **Раздел 7. Диаграммы состояния сплавов**

7.1. Методы построения диаграмм состояния. Двухкомпонентные системы. Изображение состава сплава в весовых и атомных процентах. Правило отрезков (рычага), его применение. Определение химического состава фаз. Коноды и их назначение.

7.2. Двухкомпонентные системы. Двойные системы с полной и ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии. Сплавы с химическим

соединением; сплавы полиморфных металлов: эвтектическое, перитектическое и эвтектоидное превращения в металлических сплавах. Типичные структуры сплавов.

## **Раздел 8. Железо и его сплавы**

8.1. Система железо-цементит. Характеристика компонентов и фаз системы железо-цементит (железо, углерод, феррит, аустенит, цементит). Фазовые превращения в зависимости от состава. Структурные составляющие сталей в условиях медленного охлаждения. Структуры белых чугунов. Условные обозначения превращений в железоуглеродистых сплавах (критические точки).

8.2. Система железо-графит. Фазовые и структурные составляющие серых чугунов. Факторы, способствующие кристаллизации по диаграмме железо-графит. Форма графитных включений. Структура металлической основы. Серый, высокопрочный и ковкий чугуны.

8.3. Влияние углерода и постоянных примесей (кремния, марганца, серы, фосфора, азота, кислорода, водорода) на свойства стали. Легирующие элементы в стали. Влияние легирующих элементов на полиморфные превращения в железе, свойства феррита и аустенита. Карбидная фаза в легированных сталях. Интерметаллические соединения.

## **Раздел 9. Фазовые превращения в железо-углеродистых сплавах**

9.1. Превращения при нагреве. Закономерности диффузионного образования аустенита. Образование аустенита в процессе непрерывного нагрева. Зерно аустенита. Склонность стали к росту зерна. Явление перегрева и пережога. Исправление грубого зерна литой и перегретой стали. Влияние величины зерна на свойства стали.

9.2. Превращения переохлажденного аустенита в сталях. Диаграммы изотермического превращения аустенита. Три ступени распада переохлажденного аустенита. Диффузионное превращение переохлажденного аустенита (первая ступень распада). Мартенситное превращение и его особенности (третья ступень распада). Промежуточное, бейнитное превращение (вторая ступень распада). Разновидности диаграмм изотермического превращения переохлажденного аустенита в простых углеродистых и легированных сталях. Превращение аустенита и формирование структуры при непрерывном охлаждении. Понятие о критической скорости охлаждения.

9.3. Превращение мартенсита и остаточного аустенита при нагреве (отпуск стали). Распад мартенсита (первое превращение при отпуске), превращение остаточного аустенита (второе превращение), снятие внутренних напряжений и карбидное превращение (третье превращение при отпуске), коагуляция карбидов (четвертое превращение при отпуске).

## **Раздел 10. Основные виды термической обработки сталей**

10.1. Разновидности отжига. Отжиг I рода (гомогенизационный, рекристаллизационный, для снятия остаточных напряжений). Отжиг II рода (полный, изотермический, неполный). Нормализация. Цели и значение отжига. Условия осуществления. Изменения структуры и свойств в результате проведения отжига.

10.2. Закалка сталей и сплавов. Назначение и области применения. Выбор температуры закалки для углеродистых сталей: доэвтектоидных и заэвтектоидных. Влияние легирующих элементов. Продолжительность нагрева при аустенизации стали. Выбор скорости охлаждения. Охлаждающие среды для закалки. Закаливаемость и прокаливаемость стали. Внутренние напряжения в закаленной стали. Методы закалки, снижающие напряжения в изделиях. Обработка стали холодом. Назначение обработки. Поверхностная закалка стали. 10.3. Отпуск закаленной стали. Назначение отпуска. Три вида отпуска. Изменение структуры и свойств при отпуске. Улучшение.

## **Раздел 11. Химико-термическая обработка стали**

11.1 Сущность химико-термической обработки. Назначение, области применения. Разновидности химико-термической обработки. Цементация. Азотирование. Цианирование стали. Диффузионная металлизация.

## **Раздел 12. Классификация и маркировка сталей и сплавов**

12.1. Классификация сталей: по химическому составу и качеству. Классификация сталей по назначению: конструкционные, инструментальные и стали с особыми свойствами. Требования, предъявляемые к сталям в зависимости от условий работы. Конструкционные стали. Углеродистые конструкционные стали обыкновенного качества и качественные. Легированные стали. Маркировка сталей. Основные группы конструкционных сталей. Высоколегированные стали со специальными свойствами. Типовые режимы термической обработки и примерный уровень получаемых свойств.

12.2 Инструментальные стали. Условия работы и требования к структуре и свойствам. Маркировка сталей. Стали для режущего инструмента. Быстро-режущие стали. Стали для измерительного инструмента. Штамповые стали. Термическая обработка этих групп сталей.

## **Раздел 13. Принципы термической обработки цветных сплавов**

13.1 Классификация сплавов. Сплавы деформируемые и литейные. Термическая обработка сплавов. Закалка без полиморфного превращения, старение. Назначение перечисленных операций. Протекающие процессы.



## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для изучения дисциплины используются различные образовательные технологии:

1. Технологии проведения занятий в форме диалогового общения, которые переводят образовательный процесс в плоскость активного взаимодействия обучающегося и педагога. Обучающийся занимает активную позицию и престает быть просто слушателем семинаров или лекций. Технологии представлены: групповыми дискуссиями, конструктивный совместный поиск решения проблемы, тренинг (микрообучение и др.), ролевые игры (деловые, организационно-деятельностные, инновационные, коммуникативные и др.).

2. Для организации процесса обучения и самостоятельной работы используются информационно-коммуникационные образовательные технологии, представленные в виде педагогических программных средств и электронной информационно-образовательной среды (ЭИОС). Технологии расширяют возможности образовательной среды, как разнообразными программными средствами, так и методами развития креативности обучаемых. К числу таких программных средств относятся моделирующие программы, поисковые, интеллектуальные обучающие, экспертные системы, программы для проведения деловых игр.

3. Технология «тренинг диагностического мышления» направлена на развитие и формирование у будущих специалистов системы общих и специфических умений которые способствуют решению профессиональных задач проблемного типа. Структурирование диагностической информации разворачивается посредством трёх основных способов логического рассуждения: дедукции, индукции и трансдукции. Технологию применяется для проведения практических и семинарских занятий.

4. При реализации образовательной программы с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения:

- состав видов контактной работы по дисциплине (модулю), при необходимости, может быть откорректирован в направлении снижения доли занятий лекционного типа и соответствующего увеличения доли консультаций (групповых или индивидуальных) или иных видов контактной работы;

- информационной основой проведения учебных занятий, а также организации самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) являются представленные в электронном виде методические, оценочные и иные материалы, размещенные в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета, в электронных библиотечных системах и открытых Интернет-ресурсах;

- взаимодействие обучающихся и педагогических работников осуществляется с применением ЭИОС университета и других информационно-коммуникационных технологий (видеоконференцсвязь, облачные технологии и сервисы, др.);

- соотношение контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю) может быть изменено в сторону увеличения последней, в том числе самостоятельного изучения теоретического материала.

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

### ***6.1 Основная литература***

1. Металловедение: В 2 т-х. Т. 1. Основы металловедения; Т. 2. Термическая обработка. Сплавы [Электронный ресурс] : учеб. / И.И. Новиков [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2014. — 1020 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/69779>. — Загл. с экрана.

2. Поздняков, А.В. Теория термической обработки металлов и сплавов: лабораторный практикум [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.В. Поздняков, М.Г. Хомутов, А.Н. Солонин. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2014. — 76 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/69765>. — Загл. с экрана.

3. Осинцев, О.Е. Металловедение тугоплавких металлов и сплавов на их основе: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Машиностроение, 2013. — 156 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/37011>. — Загл. с экрана.

4. Гарбер, М.Е. Износостойкие белые чугуны: свойства, структура, технология, эксплуатация [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Москва : Машиностроение, 2010. — 280 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/728>. — Загл. с экрана.

### ***6.2 Дополнительная литература***

1. Золоторевский, В.С. Металловедение литейных алюминиевых сплавов [Электронный ресурс] / В.С. Золоторевский, Н.А. Белов. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2005. — 376 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2055>. — Загл. с экрана.

2. Золоторевский, В.С. Металловедение цветных металлов. Лабораторный практикум [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.С. Золоторевский, А.В. Поздняков, А.В. Михайловская. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2012. — 79 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/47421>. — Загл. с экрана.

3. Механические свойства металлов. Статические испытания. Лабораторный практикум [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.С. Золоторевский [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2013. — 116 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/47422>. — Загл. с экрана.

### ***6.3 Программное обеспечение и Интернет-ресурсы***

Программное обеспечение:

1. Операционная система Windows.
2. Офисная система Office Professional Plus.

Информационные системы и платформы:

1. Система дистанционного обучения «Moodle».
2. Информационная система «Таймлайн».
3. Платформа для организации и проведения вебинаров «Mirapolis Virtual Room».

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Перечень материально-технического обеспечения для реализации образовательного процесса по дисциплине:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа.
2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского (практического) типа, проведения групповых и индивидуальных консультаций, проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.
3. Лаборатория теории металлургических процессов и металловедения.
4. Помещения для самостоятельной работы.