

Рабочая программа утверждена  
решением Ученого совета  
от «25» мая 2023г.  
протокол № 7-23

## Рабочая программа дисциплины (модуля) Термическая обработка металлопродукции

Закреплена за кафедрой  
Направление подготовки  
Профиль

Электрометаллургии  
22.03.02 Металлургия

Квалификация **бакалавр**  
Форма обучения **заочная**  
Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108 Формы контроля в семестрах:  
в том числе: зачет с оценкой 5  
аудиторные занятия 12  
самостоятельная работа 92

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		Итого	
	уп	рп		
Неделя	19			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	4	4	4	4
Лабораторные	2	2	2	2
Практические	6	6	6	6
Контроль самостоятельной работы	4	4	4	4
Итого ауд.	12	12	12	12
Контактная работа	16	16	16	16
Сам. работа	92	92	92	92
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

*к.тн, Доц., Комиссаров Александр Александрович*

---

---

Рабочая программа

**Термическая обработка металлопродукции**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.02 Metallургия, ЭМ-23 ЗО.plx , утвержденного Ученым советом ВФ НИТУ "МИСиС" 29.12.2022, протокол № 5-22

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Электрометаллургии**

Протокол от 25.05.2023 г., №9

Зав. кафедрой Еланский Д.Г. \_\_\_\_\_

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

- |     |   |
|-----|---|
| 1.1 | Цель освоения дисциплины – получение студентами необходимых базовых знаний по термической обработке сталей и сплавов, связи структуры и свойств металлических материалов, а так же навыков моделирования структуры металла с целью достижения требуемого комплекса механических свойств методами термической, термомеханической и химико-термической обработок. |
|-----|---|

### 2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	Б1.О
-------------------	------

- |       |   |
|-------|---|
| 2.1   | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>  |
| 2.1.1 | Материаловедение  |
| 2.2   | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |
| 2.2.1 | Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты ВКР  |
| 2.2.2 | Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы   |

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

**ОПК-6:** Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии

**ОПК-6.2:** Осуществляет подбор материала с учётом эксплуатационных требований и охраны окружающей среды

**Знать:**

ОПК-6.2-31 классификацию углеродистых и легированных сталей

**ОПК-1:** Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя знания фундаментальных наук, методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания

**ОПК-1.1:** Демонстрирует навыки применения фундаментальных, естественнонаучных и общинженерных знаний для решения задач профессиональной деятельности

**Знать:**

ОПК-1.1-31 основные виды и режимы термической, химико-термической и термомеханической обработок;

**ОПК-6:** Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии

**ОПК-6.2:** Осуществляет подбор материала с учётом эксплуатационных требований и охраны окружающей среды

**Уметь:**

ОПК-6.2-У1 правильно выбирать материал в зависимости от назначения и условий эксплуатации

**ОПК-1:** Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя знания фундаментальных наук, методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания

**ОПК-1.1:** Демонстрирует навыки применения фундаментальных, естественнонаучных и общинженерных знаний для решения задач профессиональной деятельности

**Уметь:**

ОПК-1.1-У1 назначать термическую обработку металлоизделиям

**ОПК-6:** Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии

**ОПК-6.2:** Осуществляет подбор материала с учётом эксплуатационных требований и охраны окружающей среды

**Владеть:**

ОПК-6.2-В1 навыками выбора режимов термической и химико-термической обработки сталей и сплавов в зависимости от их химического состава и назначения

**ОПК-1:** Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя знания фундаментальных наук, методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания

**ОПК-1.1:** Демонстрирует навыки применения фундаментальных, естественнонаучных и общинженерных знаний для решения задач профессиональной деятельности

**Владеть:**

ОПК-1.1-В1 навыками назначать термическую обработку металлоизделиям

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература и эл. ресурсы	Примечание
	<b>Раздел 1. Основы кристаллизации и кристаллографии</b>					
1.1	Основы строения металлов. Кристаллизация металлов. Рост кристаллов. Дендритная форма роста. Дендритная ликвация. Микроструктура. Количественные характеристики микроструктуры. Типичные кристаллические решетки металлов. Кристаллографические направления и плоскости. Дефекты кристаллографического строения металлов. /Лек/	5	0,5	ОПК-6.2 ОПК-1.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2	
1.2	Изучение лекционного материала /Ср/	5	22	ОПК-6.2 ОПК-1.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2	
	<b>Раздел 2. Деформация и разрушение металлов. Механические свойства</b>					
2.1	Упругая и пластическая деформация. Деформационное упрочнение. Вязкое и хрупкое разрушение. Структура изломов. Переход из вязкого состояния в хрупкое. Температурный порог хрупкости /Лек/	5	0,5	ОПК-6.2 ОПК-1.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2	
2.2	Изучение лекционного материала /Ср/	5	24	ОПК-6.2 ОПК-1.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2	
	<b>Раздел 3. Фазовые превращения в сталях и диаграммы состояния</b>					
3.1	Диаграмма состояния железо–углерод. Характеристика основных фаз в сплавах. Микроструктура отожженных сталей /Лек/	5	0,5	ОПК-6.2 ОПК-1.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2	
3.2	Структура отожженной углеродистой стали /Пр/	5	2	ОПК-6.2 ОПК-1.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2	
3.3	Механизм и кинетика диффузионных и бездиффузионных фазовых превращений в твердом состоянии. Термокинетические и изотермические диаграммы превращений. Перлитное и бейнитное превращения /Лек/	5	0,5	ОПК-6.2 ОПК-1.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2	
3.4	Изучение материалов лекций /Ср/	5	24	ОПК-6.2 ОПК-1.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2	
	<b>Раздел 4. Термическая обработка и поверхностное упрочнение сталей</b>					
4.1	Классификация видов термической обработки /Лек/	5	0,5	ОПК-6.2 ОПК-1.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2	
4.2	Изменение структуры и механических свойств металлов при деформации и последующем нагреве. Возврат, первичная и собирательная рекристаллизация. Отжиг I-го рода (гомогенизационный, рекристаллизационный, для снятия остаточных напряжений) /Лек/	5	0,5	ОПК-6.2 ОПК-1.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2	
4.3	Влияние термической обработки на микроструктуру и механические свойства перегретой стали /Пр/	5	2	ОПК-6.2 ОПК-1.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2	
4.4	Мартенситное превращение. Закалка стали. Закаливаемость и прокаливаемость. Отпуск закаленной стали. Отпусковая хрупкость, вторичное твердение при отпуске /Лек/	5	0,5	ОПК-6.2 ОПК-1.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2	
4.5	Влияние термической обработки на микроструктуру и механические свойства конструкционной стали /Пр/	5	2	ОПК-6.2 ОПК-1.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2	
4.6	Термическая обработка труб /Лек/	5	0,5	ОПК-6.2 ОПК-1.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2	

4.7	Структура трубной стали /Лаб/	5	1	ОПК-6.2 ОПК-1.1	Л1.1Л2.1 Э1	
4.8	Механические свойства трубной стали /Лаб/	5	1	ОПК-6.2 ОПК-1.1	Л1.1Л2.1 Э1	
4.9	Проработка лекций /Ср/	5	22	ОПК-6.2 ОПК-1.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2	

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### 5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачёту с оценкой)

УК-7.2, ПК-1.4

Вопросы для подготовки к Контрольной работе №1

1. Испытания на растяжение (методика, оборудование, образцы, расчет диаграммы деформации, обработка результатов).
2. Испытания на сжатие (методика, оборудование, образцы, расчет диаграммы деформации, обработка результатов).
3. Измерение твердости по Бринеллю, Виккерсу, Роквеллу, микротвердость (методы, их сравнение, образцы, нагрузка, инденторы, область применения, примеры использования).
4. Методы определения ударной вязкости. Оценка хладноломкости по ударной вязкости и строению изломов.
5. Явление усталости. Испытания на выносливость, влияние различных факторов на выносливость. Усталостные трещины, их зарождение и развитие. Усталостный излом.
6. Испытания на ползучесть и длительную прочность (методика, оборудование, образцы, расчет диаграммы деформации, обработка результатов).

УК-7.2, ПК-1.4

Вопросы для подготовки к Контрольной работе №2

Даны в соответствующих разделах пособия №752 (основная литература)

Примеры заданий

1. У какой стали: У9, У13 или ШХ15 шире температурный интервал отжигаемости при сфероидизирующем отжиге? Почему? Предложите режим обработки для получения структуры зернистого перлита в стали У9.
2. В какой последовательности происходят процессы растворения фаз и гомогенизации аустенита при непрерывном нагреве доэвтектоидной стали?

Вопросы к зачету УК-7.2, ПК-1.4

1. Структура металла после холодной деформации. Изменение структуры и свойств при нагреве деформированного металла. Влияние степени деформации на температуру начала рекристаллизации.
2. Влияние различных факторов на размер зерна аустенита. Влияние величины зерна аустенита на механические свойства стали.
3. Перлитное превращение. Способы получения перлитной структуры различной дисперсности.
4. Виды отжига первого рода. Цель, режимы термической обработки.
5. Виды отжига второго рода. Цель, режимы термической обработки.
6. Выбор режимов отжига для доэвтектоидных и заэвтектоидных сталей. Механические свойства сталей после отжига и нормализации.
7. Мартенситное превращение. Структура мартенсита. Влияние состава стали на интервал мартенситного превращения Мн – Мк.
8. Закалка стали. Способы закалки стали. Механические свойства закаленной стали.
9. Прокаливаемость стали. Влияние различных факторов на прокаливаемость стали.
10. Отпуск стали. Структурные изменения при отпуске.
11. Изменение механических свойств при отпуске сталей и выбор режима отпуска.
12. Отпускная хрупкость стали. Причины. Способы уменьшения отпускной хрупкости.
13. Теплостойкость сталей. Влияние легирования на теплостойкость.
14. Изменение твердости углеродистых и легированных сталей в зависимости от температуры отпуска. Вторичное твердение.
15. Закономерности изменения состава и структуры при ХТО. Разновидности ХТО.
16. Цементация. Выбор стали и режим обработки, структура и свойства поверхностного слоя, сердцевины.
17. Азотирование. Выбор стали и режим обработки, структура и свойства поверхностного слоя, сердцевины.
18. Нитроцементация. Выбор стали и режим обработки, структура и свойства поверхностного слоя, сердцевины.

### 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы, проекты и др.

УК-7.2, ПК-1.4

Практические работы -

Лабораторные работы - 3 (названия лабораторных работ перечислены в Содержании РПД) (ПК-1.4-В1, ПК-1.1-В1)

Контрольные работы - 2

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзамен не предусмотрен

### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Обучающийся для получения зачета должен выполнить все работы, указанные в данном разделе.

Оценка формируется как среднearифметическая из оценок за текущие практические и лабораторные работы, ответы на вопросы на зачете и домашние задания.

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ****6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Лахтин Ю.М.	Металловедение и термическая обработка металлов: учебник	Электронный каталог	Москва ООО "ТИД "Аз-бук", 2009

**6.1.2. Дополнительная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Лахтин Ю.М. Лахтин Ю.М., Леонтьев В.П.	Материаловедение : (Репринтное воспроизведение издания): учебник	Электронный каталог	Москва Альянс, 2013

**6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

Э1	Канев В. П. Материаловедение. Ч. 1: Лаб. практикум Электронная библиотека М.: Учеба, 2004	<a href="http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=2432">http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=2432</a>
Э2	Золоторевский В. С. Механические свойства металлов: Учебник для студ. вузов, обуч. по группе спец. направления 'Металлургия' Электронная библиотека М.: Изд-во МИСиС, 1998	<a href="http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=3498">http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=3498</a>

**6.3 Перечень программного обеспечения**

П.1	MS Office
П.2	LMS Canvas
П.3	Microsoft PowerPoint
П.4	Microsoft Excel
П.5	Microsoft Word
П.6	MS Teams

**6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных****7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Ауд.	Назначение	Оснащение
4	Термическая обработка металлоизделий и труб	компьютер, проектор, экран, интерактивная доска комплект тематических презентаций, доступ к
4	Термическая обработка металлоизделий и труб	компьютер, проектор, экран, интерактивная доска комплект тематических презентаций, доступ к
35	Термическая обработка металлоизделий и труб	Комплект учебной мебели на 20 посадочных мест, компьютер, проектор, экран, интерактивная доска.
4	Термическая обработка металлоизделий и труб	компьютер, проектор, экран, интерактивная доска комплект тематических презентаций, доступ к
6	Термическая обработка металлоизделий и труб	Компьютеры, доступ к интернету

**8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Обучение организуется в соответствии с настоящей программой. Лекции, практические и лабораторные работы проводятся с использованием компьютерной презентационной программы PowerPoint.

Лабораторные работы проводятся, в том числе, с разбором практических вопросов и проблем реального производства, с применением кейсовых ситуаций, использующих описание реальных ситуаций. Студенты должны исследовать ситуацию, разобраться в сути проблемы, предложить возможные решения и выбрать лучшее из них. Кейсы основываются на реальном фактическом производственном материале или же приближены к реальной ситуации.

Текущий контроль, контрольные работы и экзамен проводятся с целью выявить полученные в результате изучения дисциплины знания, навыки и умения студентов. Для подготовки к контрольным мероприятиям необходимо использовать базовую информацию, полученную во время лекций и лабораторных работ, а также информацию, полученную при изучении соответствующих разделов основной и дополнительной литературы.

Для самостоятельной работы и текущего контроля в системе «смешанного обучения» студенты также используют специальные базы данных (электронные учебники) в электронной библиотеке НИТУ МИСиС. Самостоятельная работа студентов организуется и контролируется с помощью электронных версий конспекта лекций и пособий с вопросами для самопроверки, а также индивидуального опроса студентов во время допуска и защит лабораторных работ и в результате письменных контрольных работ.

Общая процедура и сроки проведения оценочных мероприятий соответствуют регламентам текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

Промежуточная аттестация по дисциплине предусмотрена в виде экзамена. Обязательным условием допуска к промежуточной аттестации является выполнение трех контрольных работ на оценку не менее, чем «удовлетворительно», и защита всех лабораторных работ.

Текущий контроль проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов. Объектом текущего контроля являются конкретизированные результаты обучения (учебные достижения) по дисциплине.

ФОС текущего контроля по дисциплине состоит из вопросов и заданий, составленных с учетом показателей оценивания компетенций, формируемых в результате освоения дисциплины. Результаты текущей аттестации обучающихся могут учитываться при выставлении оценки по промежуточной аттестации без проведения экзаменационного контроля в случае полного выполнения обучающимися установленного учебного графика.