

Рабочая программа утверждена  
решением Учёного совета  
ВФ НИТУ «МИСИС»  
от «30» мая 2024г.  
протокол № 7-24

учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля) Теория термической и химико-термической обработки

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Закреплена за кафедрой  | Инновационных металлургических технологий         |
| Направление подготовки  | 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов |
| Профиль                 | Материаловедение и технологии новых материалов    |
| Квалификация            | <b>бакалавр</b>                                   |
| Форма обучения          | <b>очная</b>                                      |
| Общая трудоемкость      | <b>3 ЗЕТ</b>                                      |
| Часов по учебному плану | 108   |
| в том числе:            | Формы контроля в семестрах:                       |
| экзамен 4               |   |
| аудиторные занятия      | 36  |
| самостоятельная работа  | 32  |
| часов на контроль       | 36  |

### Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр на<br>курсе>) | 4 (2.2)   |     | Итого |     |
|---|-----------|-----|-------|-----|
|   | Неделя 19 |     |       |     |
| Вид занятий                               | уп        | рп  | уп    | рп  |
| Лекции                                    | 18        | 18  | 18    | 18  |
| Практические                              | 18        | 18  | 18    | 18  |
| Контроль<br>самостоятельной<br>работы     | 4         | 4   | 4     | 4   |
| В том числе в форме<br>практ.подготовки   | 18        | 18  | 18    | 18  |
| Итого ауд.                                | 36        | 36  | 36    | 36  |
| Контактная работа                         | 40        | 40  | 40    | 40  |
| Сам. работа                               | 32        | 32  | 32    | 32  |
| Часы на контроль                          | 36        | 36  | 36    | 36  |
| Итого                                     | 108       | 108 | 108   | 108 |

Программу составил(и):

*к.т.н., доцент, Червонный Алексей Владимирович*

Рабочая программа

**Теория термической и химико-термической обработки**

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 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, МиТМ-24.plx Материаловедение и технологии новых материалов, утвержденного Ученым советом ВФ НИТУ "МИСИС" 28.12.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Инновационных металлургических технологий**

Протокол от 27.05.2024 г., № 9

Зав. кафедрой Эфрон Л.И.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

|     |  |
|-----|--|
| 1.1 | Цель – дать необходимые базовые знания по теории термической обработки и химико-термической обработки для всесторонней реализации бакалавров направления подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов в различных областях и видах их профессиональной деятельности. |
| 1.2 |  |
| 1.3 | Задачи дисциплины:   |
| 1.4 | Научить  |
| 1.5 | отличать различные термические обработки по их назначению;   |
| 1.6 | разрабатывать последовательность операций термической обработки под заданный материал изделий с оценкой достигаемых характеристик и свойств;   |
| 1.7 | проводить сравнительную оценку различных видов термических обработок по совокупности экономических, эксплуатационных и технологических характеристик.  |

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

|                   |   |
|-------------------|---|
| Цикл (раздел) ОП: | Б1.В  |
| <b>2.1</b>        | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>  |
| 2.1.1             | Кристаллофизика   |
| 2.1.2             | Математика  |
| 2.1.3             | Физическая химия  |
| 2.1.4             | Материаловедение  |
| 2.1.5             | Физика  |
| 2.1.6             | Химия   |
| <b>2.2</b>        | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |
| 2.2.1             | Научно-исследовательская работа   |
| 2.2.2             | Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты ВКР  |

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

|  |
|--|
| <b>ПК-3:</b> Способен сопровождать типовые технологические процессы в области материаловедения и технологии материалов   |
| <b>ПК-3.2:</b> Проводит анализ эффективности реализованной системы автоматизированного управления типовым режимом термической и химико-термической обработки     |
| <b>Знать:</b>  |
| ПК-3.2-32 основные изменения структуры и свойств при различных термических обработках металлов и сплавов;  |
| ПК-3.2-31 основные виды и режимы термической, химико-термической и термомеханической обработок сплавов;  |
| <b>Уметь:</b>  |
| ПК-3.2-У3 разрабатывать режимы термической и химико-термической обработки изделий с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности |
| ПК-3.2-У2 проводить сравнительную оценку различных видов термических обработок;  |
| ПК-3.2-У1 разрабатывать последовательность операций термических обработок для заданных условий эксплуатации;   |
| <b>Владеть:</b>  |
| ПК-3.2-В3 методами систем управления типовыми режимами термической и химико-термической обработки  |
| ПК-3.2-В2 практическими навыками оценки структуры и механических свойств после различных видов термической обработки;  |
| ПК-3.2-В1 принципами назначения требуемых операций термической обработки;  |

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ**

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/ | Семестр / Курс | Часов | Компетенции | Литература и эл. ресурсы | Примечание |
|-------------|---|----------------|-------|-------------|--------------------------|------------|
|             | Раздел 1. Схема классификаций ТО и ХТО    |                |       |             |                          |            |

|   |  |   |    |        |                       |  |
|---|--|---|----|--------|-----------------------|--|
| 1.1   | Схемы классификаций ТО и ХТО. Основные стадии процесса. Особенности насыщения элементов. Диффузионная металлизация /Лек/ | 4 | 10 | ПК-3.2 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2 Л2.3 |  |
| 1.2   | Процессы насыщения металлов и сплавов неметаллическими элементами /Пр/   | 4 | 8  | ПК-3.2 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2 Л2.3 |  |
| 1.3   | Самостоятельное изучение литературы. Проработка лекционного материала /Ср/   | 4 | 16 | ПК-3.2 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2 Л2.3 |  |
| <b>Раздел 2. Стали применяемые для ТО и ХТО</b> |  |   |    |        |                       |  |
| 2.1   | Стали применяемые для ТО и ХТО. Последующая термическая обработка /Лек/  | 4 | 8  | ПК-3.2 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2 Л2.3 |  |
| 2.2   | Структуры диффузионных слоев после различных видов ТО и ХТО /Пр/   | 4 | 10 | ПК-3.2 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2 Л2.3 |  |
| 2.3   | Самостоятельное изучение литературы. Проработка лекционного материала /Ср/   | 4 | 16 | ПК-3.2 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2 Л2.3 |  |

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

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

Вопросы к экзамену (ПК-1.1, ОПК-2.1)

1. Какой активатор предпочтительнее использовать при цементации  $\text{BaCO}_3$  или  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ? Ответ обосновать.
2. Какова структура, фазовый и химический состав титанированного слоя? От чего зависит?
3. Как проводят газовую цементацию?
4. Для чего после титанирования детали подвергают закалке и отпуску?
5. Как проводят цементацию в твердых карбюризаторах?
6. Описать процесс электролитного титанирования.
7. Описать структуру цементованного слоя. От чего зависит? Как образуется?
8. Описать процесс безэлектролитного борирования.
9. Как проводят титанирование из паровой фазы?
10. Описать термообработку цементованных изделий.
11. Как проводят борирование из обмазок?
12. Какова структура диффузионного слоя алитированных сталей?
13. Как проводят цементацию в жидких средах?
14. Какова термическая обработка борированных сталей?
15. Описать процесс газового титанирования.
16. Какие стали применяют для цементации?
17. Какова структура борированного слоя?
18. Описать процесс безэлектролитного титанирования.
19. Какие цели преследуют при легировании цементуемых сталей?
20. При какой температуре ведут процесс борирования? Ответ обосновать.
21. Описать структуру и формирование диффузионного слоя при хромировании сталей?
22. Описать структуру диффузионного слоя азотированной стали. Чем она определяется?
23. Описать процесс борирования в порошках и смесях.
24. Как проводят процесс жидкостного хромирования?
25. Почему процесс азотирования весьма длителен?
26. Каковы свойства борированных сталей?
27. Как проводят процесс хромирования по порошковому методу насыщения?
28. Описать процесс азотирования сталей?
29. Каковы недостатки цинкования в порошковых смесях?
30. Как проводят газовое алитирование?
31. Какие стали используют для азотирования?
32. Как проводят жидкостное цинкование?
33. Каковы свойства алитированных сталей?
34. Как проводят ионное азотирование?
35. Описать процесс цинкования в порошковых смесях.
36. Как проводят жидкостное алитирование?
37. Как проводят жидкостное азотирование?
38. Какова структура диффузионного слоя на железоуглеродистых сплавах при силицировании?
39. Как проводят алитирование в порошковых смесях?
40. При какой температуре ведут процесс борирования? Ответ обосновать.
41. Описать структуру диффузионного слоя азотированной стали. Чем она определяется?
42. Описать термообработку цементованных изделий.
43. Почему процесс азотирования весьма длителен?
44. Как проводят жидкостное алитирование?
45. Какие стали используют для азотирования?
46. Какова структура, фазовый и химический состав титанированного слоя? От чего зависит?
47. Как проводят газовую цементацию?

48. Описать процесс борирования в порошках и смесях.  
 49. Описать структуру и формирование диффузионного слоя при хромировании сталей.  
 50. Какие стали применяют для цементации?  
 51. Как проводят процесс хромирования по порошковому методу насыщения?

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

(ПК-1.1, ОПК-2.1)

Контрольная работа №1

1. Сплав какого состава (из системы Fe-C) будет иметь после полного отжига минимальную прочность и максимальную пластичность при комнатной температуре? Объяснить выбор.
2. При каком содержании углерода в углеродистой стали в ней не будет перлита при 900°C?
3. В сплаве на основе железа содержатся следующие (основные) легирующие элементы (в % вес.): углерод (0,55), марганец (0,9), кремний (1,2). Дайте обозначение этого сплава.
4. Какие химические элементы присутствуют в стали марки А40ХЕ в качестве легирующих и в каких количествах?

Контрольная работа №2

1. В каком сплаве выше вероятность образования дендритов при кристаллизации и почему: Fe – 0,8% C, Fe – 0.8 % Ni, Fe – 0.8 % W, Fe – 0.8 % Ce, Fe – 0.5 % P, Fe – 0.5 % S ?
2. В каком случае вероятность получения крупного рекристаллизованного зерна выше и с чем это связано: после холодной деформации меди на 15 %, на 30 %, на 5 % ?
3. Какой способ позволит более эффективно снизить внутренние напряжения: промежуточная деформация на 15 %. на 27 %, на 3 % ? С чем это связано?

(ПК-1.1, ОПК-2.1)

Практическая работа №1 Процессы насыщения металлов и сплавов неметаллическими элементами

Практическая работа № 2 Структуры диффузионных слоев после различных видов ТО и ХТО

(ПК-1.1, ОПК-2.1)

Лабораторная работа №1 Основные виды термической обработки стали

Лабораторная работа №1 Влияние термической обработки на структуру и механические свойства конструкционной стали

Лабораторная работа №1 Цементация стали 20

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

Экзаменационный билет №1

- 1 Какой активатор предпочтительнее использовать при цементации BaCO<sub>3</sub> или Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>? Ответ обосновать.
- 2 Какова структура диффузионного слоя азотированных сталей?
- 3 Какие стали используют для азотирования?

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

По дисциплине предполагается следующая шкала оценок:

- а) «отлично» – студент показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу;
- б) «хорошо» – студент показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал;
- в) «удовлетворительно» – студент показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;
- г) «неудовлетворительно» – студент допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы; студент не выполнил полного учебного графика.

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

**6.1. Рекомендуемая литература**

**6.1.1. Основная литература**

|      | Авторы, составители | Заглавие                 | Библиотека          | Издательство, год           |
|------|---------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------------|
| Л1.1 | Гуляев А.П.         | Металловедение : учебник | Электронный каталог | Москва Металлургиздат, 1977 |

**6.1.2. Дополнительная литература**

|  | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|--|---------------------|----------|------------|-------------------|
|  |                     |          |            |                   |

|      | Авторы, составители         | Заглавие   | Библиотека           | Издательство, год                |
|------|-----------------------------|--|----------------------|----------------------------------|
| Л2.1 | Андрюшечкин.                | Химико-термическая обработка металлов и сплавов. Сборник задач и вопросов к контрольным мероприятиям.: Сборник задач | Методические пособия | Москва, 2001                     |
| Л2.2 | Лахтин Ю.М. Лахтин Ю.М.     | Металловедение и термическая обработка металлов: учебник для вузов   | Электронный каталог  | Москва Металлургия, 1983         |
| Л2.3 | Абраимов Н.В., Елисеев Ю.С. | Химико-термическая обработка жаропрочных сталей и сплавов: учебное пособие   | Электронный каталог  | Москва Интернет Инжиниринг, 2001 |

### 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    | Теория термической и химико-термической обработки | и компьютер, проектор, экран, интерактивная доска комплект тематических презентаций, доступ к  |
| 4    | Теория термической и химико-термической обработки | и компьютер, проектор, экран, интерактивная доска комплект тематических презентаций, доступ к  |
| 4    | Теория термической и химико-термической обработки | и компьютер, проектор, экран, интерактивная доска комплект тематических презентаций, доступ к  |
| 35   | Теория термической и химико-термической обработки | и компьютер, проектор, экран, интерактивная доска, комплект тематических презентаций, доступ к |
| 6    | Теория термической и химико-термической обработки | и Компьютеры, доступ к интернету   |

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Обучение по дисциплине "Теория термической и химико-термической обработки" организуется в соответствии с настоящей программой. Лекции и практические занятия проводятся с использованием компьютерной презентационной программы MS Power Point. Лекционные занятия нацелены на изучение студентами общих вопросов реакторного материаловедения. Практические занятия проводятся, в том числе, с разбором практических вопросов и проблем реального производства. Проведение аудиторных занятий предусматривает использование в учебном курсе активных и интерактивных технологий: - проведение лекций с использованием интерактивных и мультимедийных технологий (презентация в формате MS Power Point);

- использование платформы LMS Canvas для контроля усвоения материала.

Текущий контроль, контрольные работы и экзамен проводятся с целью выявления полученных в результате изучения дисциплины знаний, навыков и умений студентов. Для подготовки к контрольным мероприятиям необходимо использовать базовую информацию, полученную во время лекций и практических занятий, 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 вопросов для самопроверки в среде LMS Canvas, а также индивидуального опроса студентов во время практических занятий и в результате письменных контрольных работ.

Консультации по курсу проводятся с использованием e-mail и лично в назначенные часы консультаций.

Экзамен является заключительным этапом процесса формирования компетенций студента при изучении дисциплины или её части и имеет целью проверку и оценку знаний студентов по теории и применению полученных знаний, умений и навыков.

Экзамен проводится по расписанию, сформированному учебным отделом, в сроки, предусмотренные календарным графиком учебного процесса. Расписание экзаменов доводится до сведения студентов не менее чем за две недели до начала экзаменационной сессии. По данной дисциплине экзамен проводится в письменной форме и студентам на экзамене

предоставляется право выбрать один из билетов. При написании экзамена можно пользоваться лекционными записями. Длительность экзамена составляет 90 минут. По истечении установленного времени студент должен сдать билет и свои ответы.

Экзамен принимается преподавателем - ведущим лектором. Экзамен проводится только при предъявлении студентом зачетной книжки и при условии выполнения всех контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом и рабочей программой по изучаемой дисциплине (сведения фиксируются допуском в ведомости).

Для полноценного изучения дисциплины «Химико-термическая обработка» студентам необходимо понимать и анализировать связь данной дисциплины с требованиями к подготовке бакалавров профиля Металловедение и термическая обработка металлов. Студенты должны знать, какое место занимает данная дисциплина в структуре их образования, а также, какое значение имеют знания, полученные в результате изучения этой дисциплины, для успешной работы в выбранном направлении.

Основная образовательная программа подготовки бакалавра предусматривает ФОС как комплекс педагогических измерительных материалов и оценочных средств для определения качества результатов обучения и уровня сформированности компетенций обучающихся в ходе освоения, в частности, дисциплины (модуля). ФОС является составной частью учебно-методического обеспечения учебных дисциплин, служит для оценки успешности освоения обучаемыми дисциплины (модуля) и способствует повышению качества образовательного процесса.

Вид промежуточной аттестации по дисциплине, установленный учебным планом, определяет состав ФОС.

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

Промежуточная аттестация по дисциплине предусмотрена в виде зачёта с оценкой. Обязательным условием допуска к промежуточной аттестации является выполнение трех контрольных работ на оценку не менее, чем «удовлетворительно» и представление отчётов по всем выполненным лабораторным работам.

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 учитываются при выставлении оценки по промежуточной аттестации в случае полного выполнения обучающимися установленного учебного графика.