

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Нижегородский государственный технический университет**  
**им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)**

---

Институт физико-химических технологий и материаловедения (ИФХТиМ)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

\_\_\_\_\_ Ж.В. Мацулевич

подпись

ФИО

“ 10 ” \_\_\_\_\_ июня \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В. ОД.2 «Теория термической и химико-термической обработки»**  
**для подготовки бакалавров**

Направление подготовки: 22.03.01 Материаловедение и технология материалов

Направленность: Материаловедение, технологии наноматериалов и композитов

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2021

Выпускающая кафедра МТМиТОМ

Кафедра-разработчик МТМиТОМ

Объем дисциплины 324/9  
часов/з.с

Промежуточная аттестация зачет, экзамен

Разработчик: Чеэрова М.Н., к.т.н., доцент

Нижний Новгород 2021 г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 02 июня 2020 года № 701 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол № 6 от 10.06.2020г

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 01.06.2021 г. № 7

Зав. кафедрой д.т.н, профессор \_\_\_\_\_ А.А. Хлыбов  
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИФХТиМ, Протокол от 08.06.2021г. № 1.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 22.03.01 – М-30

Начальник МО \_\_\_\_\_

Заведующая отделом комплектования НТБ \_\_\_\_\_ Н.И. Кабанина

## СОДЕРЖАНИЕ

|     |                                                                                                                 |    |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.  | Цели и задачи освоения дисциплины.....                                                                          | 4  |
| 2.  | Место дисциплины в структуре образовательной программы.....                                                     | 4  |
| 3.  | Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины.....                                     | 5  |
| 4.  | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине.....                                                    | 6  |
| 5.  | Структура и содержание дисциплины.....                                                                          | 7  |
| 6.  | Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....                     | 13 |
| 7.  | Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....                                                                 | 15 |
| 8.  | Информационное обеспечение дисциплины.....                                                                      | 16 |
| 9.  | Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....                                                          | 18 |
| 10. | Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине..... | 19 |
| 11. | Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....                                               | 20 |
| 12. | Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....                                                        | 23 |
|     | Лист актуализации рабочей программы дисциплины.....                                                             | 29 |

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

### **Цель освоения дисциплины:**

Целью освоения дисциплины является изучение различных видов термической, химико-термической, термомеханической обработки и закономерностей изменения под их воздействием структуры и свойств сталей и сплавов.

### **Задачи освоения дисциплины (модуля):**

- ознакомление с различными видами термической и химико-термической обработки сталей и сплавов;
- формирование навыков оценки структуры и свойств после термической, химико-термической и термомеханической обработки;
- формирование навыков выбора способа термической и химико-термической обработки для сплавов различного назначения;
- формирование навыков анализа качества проведенной термической обработки.

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

Учебная дисциплина Б1.В.ОД.2 «Теория термической и химико-термической обработки» включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технология материалов».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Теория термической и химико-термической обработки» являются «Теория строения материалов», «Материаловедение», «Методы исследования материалов и процессов».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин «Технология термической и химико-термической обработки», «Основы высокоэнергетических методов обработки материалов».

Рабочая программа дисциплины «Теория термической и химико-термической обработки» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

### 3.КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на:

- формирование элементов следующих профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки: 22.03.01 «Материаловедение и технология материалов»: ПК-2(табл. 1).

Таблица 1 – Формирование компетенций по дисциплинам

| Наименование дисциплин, формирующих Компетенцию совместно                           | Семестры, формирования дисциплины |   |   |   |   |   |   |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|
|                                                                                     | 1                                 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| <i>Код компетенции ПК - 2</i>                                                       |                                   |   |   |   |   |   |   |   |
| Материалы в приборостроении                                                         |                                   |   |   |   | * |   |   |   |
| <b>Теория термической и химико-термической обработки</b>                            |                                   |   |   |   | * | * |   |   |
| Основы высокоэнергетических методов обработки материалов                            |                                   |   |   |   |   | * |   |   |
| Порошковые металлические материалы                                                  |                                   |   |   |   |   |   | * |   |
| Теория, технология и оборудование высокоэнергетических методов обработки материалов |                                   |   |   |   |   |   | * |   |
| Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы            |                                   |   |   |   |   |   |   | * |

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 2

#### 4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

Таблица 2 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

| Код и наименование компетенции                                                                                                                                                                                                                                              | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                                                         | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                    |                                                                                      | Оценочные средства   |                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                    |                                                                                      | Текуще го контрол я  | Промежуто чной аттестации                                                    |
| ПК-2. Способен использовать знания о физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке, модификации о влиянии микро- и нано- структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями | Освоение дисциплины причастно к ТФ А/01.6 (ПС 40.136 «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов»)                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                    |                                                                                      |                      |                                                                              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                             | ИПК-2.1 Применяет знания о процессах, происходящих при получении материалов<br>ИПК-2.2 Применяет знания о процессах, происходящих при модификации материалов<br>ИПК-2.3. Использует знания о взаимодействии материалов с окружающей и средой | <b>Знать:</b><br><br>- теорию фазовых и структурных превращений, протекающих при термической и химико-термической обработке сплавов;<br><br>- закономерности влияния различных видов термической обработки на структуру и свойства материалов;<br><br>- современные и перспективные виды термической обработки | <b>Уметь:</b><br><br>- выбрать вид термической или химико-термической обработки для сплавов различного назначения; | <b>Владеть:</b><br><br>- навыками анализа качества проведенной термической обработки | Пакет кейсов, задачи | Перечень вопросов для подготовки зачету (23 вопроса), экзамену (33 вопроса). |

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 9 зач.ед. 324 часа, распределение часов по видам работ курса представлено в таблице 3.

Таблица 3 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

| Вид учебной работы                                                                                                                                                                                              | Трудоёмкость в час                               |                   |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------|-------------------|
|                                                                                                                                                                                                                 | Всего час.                                       | В т.ч. по курсам  |                   |
|                                                                                                                                                                                                                 |                                                  | 3 курс, 5 семестр | 3 курс, 6 семестр |
| <b>Формат изучения дисциплины</b>                                                                                                                                                                               | с использованием элементов электронного обучения |                   |                   |
| <b>Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану</b>                                                                                                                                                          | <b>324</b>                                       | <b>144</b>        | <b>180</b>        |
| <b>1. Контактная работа:</b>                                                                                                                                                                                    | <b>110</b>                                       |                   |                   |
| <b>1.1.Аудиторная работа, в том числе:</b>                                                                                                                                                                      | <b>102</b>                                       | <b>51</b>         | <b>51</b>         |
| занятия лекционного типа (Л)                                                                                                                                                                                    | 51                                               | <b>34</b>         | <b>17</b>         |
| занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)                                                                                                                                                    | 34                                               |                   | <b>34</b>         |
| лабораторные работы (ЛР)                                                                                                                                                                                        | 17                                               | <b>17</b>         |                   |
| <b>1.2.Внеаудиторная, в том числе</b>                                                                                                                                                                           | <b>8</b>                                         | <b>4</b>          | <b>4</b>          |
| <u>курсовая работа</u> (проект) (КР/КП) (консультация, защита)                                                                                                                                                  | 2                                                | 2                 |                   |
| текущий контроль, консультации по дисциплине                                                                                                                                                                    | 3,75                                             | 1,75              | 2                 |
| контрольные работы                                                                                                                                                                                              |                                                  |                   |                   |
| контактная работа на промежуточной аттестации (КРА)                                                                                                                                                             | 2,35                                             | 0,35              | 2                 |
| <b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>                                                                                                                                                                          | <b>187</b>                                       | <b>89</b>         | <b>98</b>         |
| курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)                                                                                                                                                                     | 30                                               | 30                |                   |
| самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.) | 139,35                                           | 41,35             | 98                |
| <b>Подготовка к зачету</b>                                                                                                                                                                                      | <b>17,65</b>                                     | <b>17,65</b>      |                   |
| <b>Подготовка к экзамену (контроль)</b>                                                                                                                                                                         | <b>27</b>                                        |                   | <b>27</b>         |

## 5.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 – Содержание дисциплины, структурированное по темам

| Планируемые<br>(контролируемые)<br>результаты<br>освоения:<br>код УК; ОПК;<br>ПК<br>и индикаторы<br>достижения<br>компетенций | Наименование разделов, тем                                                                                                                       | Виды учебной<br>работы |                             |                              |                                              | Вид СРС                                 | Наименование<br>используемых<br>интерактивных<br>образовательных<br>технологий | Реализация<br>в рамках<br>практической<br>подготовки<br>(трудоемкость в<br>часах) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                               |                                                                                                                                                  | Контактная<br>работа   |                             |                              | Самостоятельная<br>работа студентов<br>(СРС) |                                         |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               |                                                                                                                                                  | Лекции, час            | Лабораторные<br>работы, час | Практические<br>занятия, час |                                              |                                         |                                                                                |                                                                                   |
| ПК - 2,<br>ИПК-2.1,<br>ИПК-2.2, ИПК -<br>2.3                                                                                  | Раздел 1 Отжиг первого рода                                                                                                                      |                        |                             |                              |                                              |                                         |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | Тема 1.1 Введение. Классификация видов термической обработки.                                                                                    | 2                      |                             |                              | 0,35                                         |                                         | Лекция-объяснение с<br>частичным привлечением<br>формы дискуссии, беседы       |                                                                                   |
|                                                                                                                               | Тема 1.2 Диффузионный отжиг                                                                                                                      | 2                      |                             |                              | 3                                            | Подготовка к<br>ЛК<br>[7.1.1,<br>7.1.2] |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | Тема 1.3 Рекристаллизационный отжиг                                                                                                              | 4                      |                             |                              | 3                                            | Подготовка к<br>ЛК [7.1.1,<br>7.1.2]    |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | Лабораторная работа №1 . Исследование влияния холодной пластической деформации и последующего нагрева на структуру и свойства металлов и сплавов |                        | 8                           |                              | 2                                            | Подготовка к<br>ЛР [7.3.1]              |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | Лабораторная работа №2 Деформационное старение углеродистой стали                                                                                |                        | 4                           |                              | 2                                            | Подготовка к<br>ЛР [7.3.1]              |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | Тема 1.4 Отжиг для снятия напряжений                                                                                                             | 2                      |                             |                              | 3                                            | Подготовка к<br>ЛК [7.1.1,<br>7.1.2]    |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | Итого по 1 разделу                                                                                                                               | 10                     | 12                          |                              | 13,35                                        |                                         |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               |                                                                                                                                                  |                        |                             |                              |                                              |                                         |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | Раздел 2 Теория фазовых превращений                                                                                                              |                        |                             |                              |                                              |                                         |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | Тема 2.1 Превращение в стали при нагреве.                                                                                                        | 4                      |                             |                              | 3                                            | Подготовка к<br>ЛК [7.1.1,              | Лекция-объяснение с<br>частичным привлечением                                  |                                                                                   |



| Планируемые<br>(контролируемые)<br>результаты<br>освоения:<br>код УК; ОПК;<br>ПК<br>и индикаторы<br>достижения<br>компетенций | Наименование разделов, тем                                                           | Виды учебной<br>работы |                             |                              |                                                   | Вид СРС                        | Наименование<br>используемых<br>интерактивных<br>образовательных<br>технологий | Реализация<br>в рамках<br>практической<br>подготовки<br>(трудоемкость в<br>часах) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------|------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                               |                                                                                      | Контактная<br>работа   |                             |                              | Самостоятельная<br>работа студентов<br>(СРС) часы |                                |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               |                                                                                      | Лекции, час            | Лабораторные<br>работы, час | Практические<br>занятия, час |                                                   |                                |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               |                                                                                      |                        |                             |                              |                                                   | 7.1.2]                         | формы дискуссии, беседы                                                        |                                                                                   |
|                                                                                                                               | <b>Тема 2.2</b> Структурная наследственность и перекристаллизация аустенита          | 1                      |                             |                              | 3                                                 | Подготовка к ЛК [7.1.1, 7.1.2] |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | <b>Лабораторная работа №3</b> Методы выявления и определения зерна аустенита в стали |                        | 5                           |                              | 2                                                 | Подготовка к ЛР [7.3.3]        |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | <b>Тема 2.4</b> Превращения переохлажденного аустенита. Перлитное превращение.       | 2                      |                             |                              | 3                                                 | Подготовка к ЛК [7.1.1, 7.1.2] |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | <b>Тема 2.5</b> Превращения переохлажденного аустенита. Бейнитное превращение.       | 1                      |                             |                              | 3                                                 | Подготовка к ЛК [7.1.1, 7.1.2] |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | <b>Тема 2.6</b> Превращения переохлажденного аустенита. Мартенситное превращение.    | 4                      |                             |                              | 3                                                 | Подготовка к ЛК [7.1.1, 7.1.2] |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | <b>Тема 2.7.</b> Диаграммы изотермического распада переохлажденного аустенита.       | 4                      |                             |                              | 3                                                 | Подготовка к ЛК [ 7.3.4]       | Лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы             |                                                                                   |
|                                                                                                                               | <b>Тема 2.8</b> Превращения при отпуске.                                             | 2                      |                             |                              | 3                                                 | Подготовка к ЛК [7.1.1]        |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | <b>Итого по 2 разделу</b>                                                            | <b>18</b>              | <b>5</b>                    |                              | <b>23</b>                                         |                                |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               |                                                                                      |                        |                             |                              |                                                   |                                |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | <b>Раздел 3 Отжиг второго рода</b>                                                   |                        |                             |                              |                                                   |                                |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | <b>Тема 3.1</b> Отжиг сталей                                                         | 4                      |                             |                              | 1                                                 | Подготовка к ЛК [7.1.2]        | Лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы             |                                                                                   |
|                                                                                                                               | <b>Тема 3.2</b> Отжиг чугунов                                                        | 1                      |                             |                              | 2                                                 | Подготовка к ЛК [7.1.2]        |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | <b>Тема 3.3</b> Отжиг цветных металлов и сплавов                                     | 1                      |                             |                              | 2                                                 | Подготовка к ЛК [7.1.2]        |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | <b>Итого по 3 разделу</b>                                                            | <b>6</b>               |                             |                              | <b>5</b>                                          |                                |                                                                                |                                                                                   |

| Планируемые<br>(контролируемые)<br>результаты<br>освоения:<br>код УК; ОПК;<br>ПК<br>и индикаторы<br>достижения<br>компетенций | Наименование разделов, тем                       | Виды учебной<br>работы |                             |                              |                                              | Вид СРС                               | Наименование<br>используемых<br>интерактивных<br>образовательных<br>технологий | Реализация<br>в рамках<br>практической<br>подготовки<br>(трудоемкость в<br>часах) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                               |                                                  | Контактная<br>работа   |                             |                              | Самостоятельная<br>работа студентов<br>(СРС) |                                       |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               |                                                  | Лекции, час            | Лабораторные<br>работы, час | Практические<br>занятия, час |                                              |                                       |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | Подготовка к выполнению курсовой работы          |                        |                             |                              | 30                                           |                                       |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | Подготовка к зачету                              |                        |                             |                              | 17,65                                        |                                       |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | ИТОГО ЗА 5 СЕМЕСТР                               | 34                     | 17                          |                              | 89                                           |                                       |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               |                                                  |                        |                             |                              |                                              |                                       |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | Раздел 4 Закалка                                 |                        |                             |                              |                                              |                                       |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | Тема 4.1 Закалка без полиморфного превращения    | 2                      |                             |                              | 2                                            | Подготовка к<br>ЛК [7.1.1 –<br>7.1.3] |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | Практическое занятие №1 Закалка цветных сплавов  |                        |                             | 2                            | 2                                            | Подготовка к<br>ПЗ [7.1.2]            | Кейс-задача                                                                    |                                                                                   |
|                                                                                                                               | Тема 4.2 Закалка с полиморфным превращением      | 3                      |                             |                              | 6                                            | Подготовка к<br>ЛК [7.1.1 –<br>7.1.3] |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | Практическое занятие №2 Закалка сталей и чугунов |                        |                             | 6                            | 2                                            | Подготовка к<br>ПЗ [7.1.2]            | Кейс-задача                                                                    |                                                                                   |
|                                                                                                                               | Итого по 4 разделу                               | 5                      |                             | 8                            | 12                                           |                                       |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               |                                                  |                        |                             |                              |                                              |                                       |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | Раздел 5 Старение и отпуск                       |                        |                             |                              |                                              |                                       |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | Тема 5.1 Старение                                | 2                      |                             |                              | 4                                            | Подготовка к<br>ЛК [7.1.1 –<br>7.1.3] |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | Практическое занятие №3 Выбор режима старения    |                        |                             | 2                            | 2                                            | Подготовка к<br>ПЗ [7.1.2]            | Кейс-задача                                                                    |                                                                                   |
|                                                                                                                               | Тема 5.2 Отпуск                                  | 2                      |                             |                              | 4                                            | Подготовка к<br>ЛК [7.1.1 –<br>7.1.3] |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | Практическое занятие №4 Выбор режима отпуска     |                        |                             | 4                            | 4                                            | Подготовка к<br>ПЗ [7.1.2]            | Кейс-задача                                                                    |                                                                                   |
|                                                                                                                               | Итого по 5 разделу                               | 4                      |                             | 6                            | 14                                           |                                       |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               |                                                  |                        |                             |                              |                                              |                                       |                                                                                |                                                                                   |

| Планируемые<br>(контролируемые)<br>результаты<br>освоения:<br>код УК; ОПК;<br>ПК<br>и индикаторы<br>достижения<br>компетенций | Наименование разделов, тем                                                                 | Виды учебной<br>работы |                             |                              |                                              | Вид СРС                 | Наименование<br>используемых<br>интерактивных<br>образовательных<br>технологий | Реализация<br>в рамках<br>практической<br>подготовки<br>(трудоемкость в<br>часах) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                               |                                                                                            | Контактная<br>работа   |                             |                              | Самостоятельная<br>работа студентов<br>(СРС) |                         |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               |                                                                                            | Лекции, час            | Лабораторные<br>работы, час | Практические<br>занятия, час |                                              |                         |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | Раздел 6 Термомеханическая обработка (ТМО)                                                 |                        |                             |                              |                                              |                         |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | Тема 6.1 Изменение структуры металла при горячей обработке давлением                       | 2                      |                             |                              | 4                                            | Подготовка к ЛК [7.1.5] |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | Тема 6.2 ТМО стареющих сплавов                                                             | 1                      |                             |                              | 4                                            | Подготовка к ЛК [7.1.5] |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | Практическое занятие №5 Реализация процессов термомеханической обработки стареющих сплавов |                        |                             | 2                            | 4                                            | Подготовка к ПЗ [7.3.2] | Кейс-задача                                                                    |                                                                                   |
|                                                                                                                               | Тема 6.3 ТМО сталей                                                                        | 1                      |                             |                              | 4                                            | Подготовка к ЛК [7.1.5] |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | Практическое занятие №6 Реализация процессов термомеханической обработки сталей            |                        |                             | 2                            | 4                                            | Подготовка к ПЗ [7.3.2] | Кейс-задача                                                                    |                                                                                   |
|                                                                                                                               | Итого по 6 разделу                                                                         | 4                      |                             | 4                            | 20                                           |                         |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               |                                                                                            |                        |                             |                              |                                              |                         |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | Раздел 7 Химико-термическая обработка (ХТО)                                                |                        |                             |                              |                                              |                         |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | Тема 7.1 Закономерности изменения химического состава и структуры при ХТО                  | 1                      |                             |                              | 2                                            | Подготовка к ЛК [7.1.1] |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | Тема 7.2 Разновидности ХТО                                                                 | 1                      |                             |                              | 4                                            | Подготовка к ЛК [7.1.1] |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | Практическое занятие №7 Диффузионное насыщение металлами                                   |                        |                             | 4                            | 8                                            | Подготовка к ПЗ [7.1.1] | Кейс-задача                                                                    |                                                                                   |
|                                                                                                                               | Практическое занятие №8 Диффузионное насыщение неметаллами                                 |                        |                             | 4                            | 8                                            | Подготовка к ПЗ [7.1.1] | Кейс-задача                                                                    |                                                                                   |
|                                                                                                                               | Итого по 7 разделу                                                                         | 2                      |                             | 8                            | 22                                           |                         |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               |                                                                                            |                        |                             |                              |                                              |                         |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | Раздел 8 Термоциклическая обработка (ТЦО)                                                  |                        |                             |                              |                                              |                         |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | Тема 8.1 Процессы протекающие при ТЦО                                                      | 1                      |                             |                              | 7                                            | Подготовка к ЛК [7.1.7] | Лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы             |                                                                                   |
|                                                                                                                               | Тема 8.2 Разновидности ТЦО                                                                 | 1                      |                             |                              | 7                                            | Подготовка к ЛК [7.1.7] |                                                                                |                                                                                   |

| Планируемые<br>(контролируемые)<br>результаты<br>освоения:<br>код УК; ОПК;<br>ПК<br>и индикаторы<br>достижения<br>компетенций | Наименование разделов, тем                                                                                  | Виды учебной<br>работы |                             |                              |                                                    | Вид СРС                        | Наименование<br>используемых<br>интерактивных<br>образовательных<br>технологий | Реализация<br>в рамках<br>практической<br>подготовки<br>(трудоемкость в<br>часах) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                               |                                                                                                             | Контактная<br>работа   |                             |                              | Самостоятельная<br>работа студентов<br>(СРС) часов |                                |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               |                                                                                                             | Лекции, час            | Лабораторные<br>работы, час | Практические<br>занятия, час |                                                    |                                |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | Итого по 8 разделу                                                                                          | 2                      |                             |                              | 14                                                 |                                |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               |                                                                                                             |                        |                             |                              |                                                    |                                |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | Раздел 9 Выбор видов и параметров ТО и ХТО                                                                  |                        |                             |                              |                                                    |                                |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | Практическое занятие №9 Выбор видов и параметров предварительной термической обработки                      |                        |                             | 4                            | 8                                                  | Подготовка к ПЗ [7.1.1, 7.3.4] | Кейс-задача                                                                    |                                                                                   |
|                                                                                                                               | Практическое занятие №10 Выбор видов и параметров окончательной термической обработки                       |                        |                             | 4                            | 8                                                  | Подготовка к ПЗ [7.1.1, 7.3.4] |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | Итого по 9 разделу                                                                                          |                        |                             | 8                            | 16                                                 |                                |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | Подготовка к экзамену                                                                                       |                        |                             |                              |                                                    |                                |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | ИТОГО ЗА СЕМЕСТР                                                                                            | 17                     |                             | 34                           | 98                                                 |                                |                                                                                |                                                                                   |
|                                                                                                                               | ИТОГО по дисциплине<br>(в том числе не менее 20% с использованием интерактивных образовательных технологий) | 51                     | 17                          | 34                           | 187                                                |                                |                                                                                |                                                                                   |

## **6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности**

Типовые задания для текущего контроля усвоения знаний, умений и навыков:

#### **1. Примерный перечень практических заданий:**

- назначить вид и режим закалки для сталей и сплавов разного назначения;
- назначить вид и режим старения (отпуска) для сталей и сплавов разного назначения;
- установление причины несоответствия механических свойств заданным после операций термической обработки;
- выбор вида и режима ТМО для различных сталей и сплавов;
- выбор вида и режима ХТО для различных сталей и сплавов;
- выбор видов и параметров предварительной (окончательной) термической обработки.

#### **2. Типовые вопросы, выносимые на промежуточную аттестацию (экзамен)**

1. Классификация видов ТО (по Бочвару).
2. Рекристаллизационный отжиг.
3. Гомогенизационный отжиг.
4. Отжиг для снятия напряжений.
5. Способы исправления дефектов проката.
6. Исправление дефектов литой стали с помощью термической обработки.
7. Применение полного, неполного, изотермического отжигов при термической обработке инструментальных и конструкционных сталей.
8. Применение нормализации при термической обработке инструментальных и конструкционных сталей.
9. Сущность и применение полной, неполной, изотермической, ступенчатой закалок.
10. Виды, назначения, режимы отпусков стали.
11. Отпускная хрупкость 1-ого, 2-ого рода. Причины, способы устранения.
12. Предварительная ТО конструкционной стали: назначение, виды, режимы, фазовые превращения, структуры.
13. Окончательная ТО конструкционной стали: назначение, виды, режимы, фазовые превращения, структуры.
14. Предварительная ТО инструментальной стали: назначение, виды, режимы, фазовые превращения, структуры.
15. Окончательная ТО инструментальной стали: назначение, виды, режимы, фазовые превращения, структуры.
16. ХТО сталей (цементация, азотирование, нитроцементация).
17. Термическая обработка цементуемых, нитроцементуемых и азотируемых стальных изделий.
18. Диффузионная металлизация (алитирование, хромирование)
19. Диффузионная металлизация (силицирование, цинкование)

### **6.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания**

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине для текущего и промежуточного контроля в семестре применяется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов - «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Критерии выставления оценок по традиционной четырехбалльной системе представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

| Код и наименование компетенции                                                                                                                                                                                                                                                     | Код и наименование индикатора достижения компетенции                          | Критерии оценивания результатов обучения                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                               | Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля                                                                                             | Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля                                                                                                                           | Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля                                                                                                                                                          | Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля                                                                                                             |
| <b>ПК-2.</b> Способен использовать знания о физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке, модификации о влиянии микро- и нано- структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями | ИПК-2.1 Применяет знания о процессах, происходящих при получении материалов   | Не знает теорию фазовых и структурных превращений, протекающих при термической и химико-термической обработке сплавов.                                                           | Знает теорию фазовых и структурных превращений, протекающих при термической и химико-термической обработке сплавов, но при этом допускает значительные ошибки. Не способен ответить на уточняющие вопросы. | Знает теорию фазовых и структурных превращений, протекающих при термической и химико-термической обработке сплавов, но при этом допускает единичные ошибки или испытывает сложности в редко встречающихся или сложных случаях. | Знает теорию фазовых и структурных превращений, протекающих при термической и химико-термической обработке сплавов.                                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ИПК-2.2 Применяет знания о процессах, происходящих при модификации материалов | Не знает современные и перспективные виды термической обработки, не умеет выбирать вид термической или химико-термической обработки для сплавов различного назначения.           | Знает современные и перспективные виды термической обработки, но не умеет выбирать вид термической или химико-термической обработки для сплавов различного назначения.                                     | Знает современные и перспективные виды термической обработки, испытывает затруднения при решении конкретных практических задач из числа предусмотренных рабочей программой.                                                    | Знает современные и перспективные виды термической обработки, умеет выбирать вид термической или химико-термической обработки для сплавов различного назначения.                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ИПК-2.3. Использует знания о взаимодействии материалов с окружающей и средой  | Не знает закономерности влияния различных видов термической обработки на структуру и свойства материалов, не владеет навыками анализа качества проведенной термической обработки | Знает закономерности влияния различных видов термической обработки на структуру и свойства материалов, но не владеет навыками анализа качества проведенной термической обработки                           | Знает закономерности влияния различных видов термической обработки на структуру и свойства материалов, но испытывает затруднения при анализе качества проведенной термической обработки                                        | Знает закономерности влияния различных видов термической обработки на структуру и свойства материалов, уверенно владеет навыками анализа качества проведенной термической обработки |

| Оценка                                           | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Высокий уровень «5»<br>(отлично)                 | оценку « <b>отлично</b> » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. |
| Средний уровень «4»<br>(хорошо)                  | оценку « <b>хорошо</b> » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.                                                              |
| Пороговый уровень «3»<br>(удовлетворительно)     | оценку « <b>удовлетворительно</b> » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.        |
| Минимальный уровень «2»<br>(неудовлетворительно) | оценку « <b>неудовлетворительно</b> » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.                                                                                                     |

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Учебно-методическое обеспечение дисциплины реализуется в рамках функционирующей в вузе электронной информационно-образовательной среды. В дополнение к этому в образовательном процессе используется библиотечный фонд печатных изданий. Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль).

7.1.1 Новиков И.И. Теория термической обработки металлов / И.И. Новиков. – М.: Металлургия, 1978. – 392 с.

7.1.2 Биронт В.С. Теория термической обработки металлов: учебник/ В.С. Биронт — Красноярск: ИПК СФУ, 2009. — 540 с.

7.1.3 Блантер М.Е. Теория термической обработки : Учебник для вузов / М.Е. Блантер. - М. : Металлургия, 1984. - 328 с.

7.1.4 Металловедение и термическая обработка стали: справочник в 3 т. / под. ред. М.Л. Бернштейна, А.Г. Рахштадта. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983. – Т.1. – 368 с.

7.1.5 Бернштейн М.Л. Термомеханическая обработка стали / М.Л. Бернштейн, В.А. Займовский, Л.М. Капуткина; Под ред. М.Л. Бернштейна. - М. : Металлургия, 1983. - 480 с.

7.1.6 Химико-термическая обработка металлов : Учеб. пособие для вузов / Ю.М. Лахтин, Б.Н. Арзамасов. - М. : Металлургия, 1985. - 256 с.

7.1.7 Федюкин В.К. Термоциклическая обработка металлов и деталей машин / В.К. Федюкин, М.Е. Смагоринский. - Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1989. - 255 с

### 7.2. Справочно-библиографическая литература

7.2.1 Металловедение и термическая обработка стали и чугуна : Справочник: В 3-х т. Т.3 : Термическая и термомеханическая обработка стали и чугуна / А.В. Супов [и др.]; Под ред. А.Г. Рахштадта [и др.]. - М. : Интернет Инжиниринг, 2007. - 920 с.

7.2.2 Химико-термическая обработка металлов и сплавов. Справочник / Под. ред. Л.С. Ляховича. - М.: Металлургия, 1981 – 424 с.

7.2.3 Справочник по конструкционным материалам: справочник/ Б.Н. Арзамасов [и др.]; под ред. Б.Н. Арзамасова и Т.В.Соловьевой. - М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2005 - 640 с.

### **7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

7.3.1. Теория термической обработки металлов : Метод.указания к лаб.работам по курсу "Теория термической обработки металлов"/ НГТУ; Сост.:В.Н.Дубинский, М.Н.Чеэрова. - Н.Новгород : [Б.и.], 2010. - 27 с.

7.3.2 Принципы термомеханической обработки сталей и сплавов : Метод.указания к выполнению НИР и самостоятельных индивидуальных заданий по курсу "Теория термической обработки металлов"/ НГТУ; Сост.В.Н.Дубинский. - Н.Новгород : [Б.и.], 2006. - 16 с

7.3.3 Методы исследования фазовых превращений и структур : Практикум для выполнения лаб.работ / НГТУ, Сост.:Т.В.Комарова, М.Г.Горшушов;. - Н.Новгород : [Б.и.], 2005. - 48 с.

7.3.4 Анализ диаграммы изотермического распада переохлажденного аустенита : Метод.указания к практ.и лаб.работам / НГТУ; Сост.:Т.В.Нуждина, М.Н.Чеэрова, Т.В.Комарова. - Н.Новгород : [Б.и.], 2022. - 33 с.

### **7.4 Перечень журналов по профилю дисциплины:**

7.4.1 «Металловедение и термическая обработка металлов» Сайт — <http://mitom.folium.ru/index.php/mitom>

7.4.2. «Инженерное образование». Сайт — <http://www.ac-raee.ru/ru/magazin.htm>

7.4.3. Вестник машиностроения. Сайт -

[https://www.mashin.ru/eshop/journals/vestnik\\_mashinostroeniya/](https://www.mashin.ru/eshop/journals/vestnik_mashinostroeniya/)

7.4.4. «Прогрессивные технологии и системы машиностроения». Сайт - <http://ptsm.donntu.org/>

7.4.5. Научный журнал «Молодой ученый». Сайт — [moluch.ru](http://moluch.ru).

7.4.6. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». Сайт — <https://cyberleninka.ru>

## **8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

### **8.1 Перечень информационных справочных систем**

Перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий по дисциплине (открытый доступ):

1. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. [Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса](http://elibrary.ru/defaultx.asp) [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.
3. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа:<http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
4. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
5. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам Электронный
6. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.
7. Федеральный портал. Российское образование [Электронный ресурс]. - Режим



- доступа: <http://www.edu.ru/> – Загл. с экрана.
8. Российский образовательный портал [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.school.edu.ru/default.asp> – Загл. с экрана.
  9. «Инжиниринг» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.enginrussia.ru> – Загл. с экрана.
  10. Университетские сети знаний [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.unicor.ru> – Загл. с экрана.
  11. Федеральный образовательный портал. Инженерное образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.techno.edu.ru> – Загл. с экрана.
  12. Портал для студентов для поиска информации по изучаемым дисциплинам [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.twirpx.com> – Загл. с экрана.
  13. Образовательный математический сайт [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [www.exponenta.ru](http://www.exponenta.ru) – Загл. с экрана.
  14. Портал «Металлург» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [www.bestmetallurg.narod.ru](http://www.bestmetallurg.narod.ru) – Загл. с экрана.
  15. Марочник сталей и сплавов <http://www.splav-kharkov.com/main.php>

Таблица 7 – Перечень электронных библиотечных систем

| № | Наименование ЭБС     | Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС                            |
|---|----------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 2                    | 3                                                                         |
| 1 | Консультант студента | <a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a> |
| 2 | Лань                 | <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>               |
| 3 | Юрайт                | <a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>         |

## 8.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины

В таблице 8 указан перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

Таблица 8 – Программное обеспечение

| Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе                            | Программное обеспечение свободного распространения                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор № Tr113003 от 25.09.14) | Adobe Acrobat Reader (FreeWare) <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html</a> |
| Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)                                        | OpenOffice (FreeWare) <a href="https://www.openoffice.org/ru/">https://www.openoffice.org/ru/</a>                                                             |

## 8.3 Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В таблице 9 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

Таблица 9 – Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

| № | Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы | Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)                  |
|---|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 2                                                                           | 3                                                                                                             |
| 1 | База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ                            | <a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a> |
| 2 | Базы данных Национального совета по оценочной деятельности                  | <a href="http://www.ncva.ru">http://www.ncva.ru</a>                                                           |
| 3 | Справочная правовая система «КонсультантПлюс»                               | доступ из локальной сети                                                                                      |
| 4 | Информационно-справочная система «Техэксперт»                               | доступ из локальной сети                                                                                      |

## 9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/>

Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

| № | Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ | Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 2                                                                                              | 3                                                                                                       |
| 1 | ЭБС «Консультант студента»                                                                     | озвучка книг и увеличение шрифта                                                                        |
| 2 | ЭБС «Лань»                                                                                     | специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации  |
| 3 | ЭБС «Юрайт»                                                                                    | версия для слабовидящих                                                                                 |

Адаптированные образовательные программы (АОП) в образовательной организации не реализуются в связи с отсутствием в контингенте обучающихся лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), желающих обучаться по АОП. Согласно Федеральному Закону об образовании 273-ФЗ от 29.12.2012 г. ст. 79, п.8 "Профессиональное обучение и профессиональное образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляются на основе образовательных программ, адаптированных при необходимости для обучения указанных обучающихся". АОП разрабатывается по каждой направленности при наличии заявлений от обучающихся, являющихся инвалидами или лицами с ОВЗ и изъявивших желание об обучении по данному типу образовательных программ.

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения

В таблице 11 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые должны оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную. информационно-образовательную среду НГТУ.

Таблица 11 – Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

| № | Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы                                                                                                                                                                         | Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа                                                                      |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | <b>6409</b><br>Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации); г. Нижний Новгород, Казанское ш., 12, корп.6 | 1. Доска меловая;<br>2. Экран<br>3.Мультимедийный приносимый ProjektorMPT840 (переносной);<br>4. НоутбукSonyVaio: Intel Core2Duo@1.8Ghz;2Gb озу (переносной);<br>5. Стул – 24шт.;<br>6. Парты – 18 шт.;                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1. Windows Vista OEM Activation<br>2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655);<br>3. Dr.Web (с/н B24l-3JB7-6EP7-BQB4 от 18.05.2020) |
| 2 | <b>1333(1)</b><br>Лаборатория «Термической обработки металлов», г. Нижний Новгород, Минина, 24                                                                                                                                        | Оснащенность специализированной мебелью и техническими средствами:<br>• Электропечь сопротивления камерная лабораторная СНОЛ-1,6.2,5.1/9-И4<br>• Микроскоп стереоскопический МБС-10.<br>• Микроскоп МИМ-7<br>• Весы лабораторные аналитические модели ВЛА-200г-М<br>• Прибор универсальный для измерения твердости металлов и сплавов ИТ5010<br>• Прибор для измерения твердости по методу Роквелла ТР 5006<br>• Прибор для измерения твердости по методу Роквелла ТК-2.<br>• Парты – 11 шт.<br>Стул – 22шт |                                                                                                                                                           |
| 3 | <b>1333(3)</b><br>Лаборатория «Металлографических исследований», г. Нижний                                                                                                                                                            | Оснащенность специализированной мебелью и техническими средствами:<br>• Микроскоп "Альтами МЕТ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                           |

| № | Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы                                                                                                                                                                         | Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы                                                                                                                                 | Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа                                                                      |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | <b>6409</b><br>Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации); г. Нижний Новгород, Казанское ш., 12, корп.6 | 1. Доска меловая;<br>2. Экран<br>3.Мультимедийный приносимый ProjektorMPT840 (переносной);<br>4. НоутбукSonyVaio: Intel Core2Duo@1.8Ghz;2Gb озу (переносной);<br>5. Стул – 24шт.;<br>6. Парты – 18 шт.; | 1. Windows Vista OEM Activation<br>2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655);<br>3. Dr.Web (с/н B24l-3JB7-6EP7-BQB4 от 18.05.2020) |
|   | Новгород, Минина, 24                                                                                                                                                                                                                  | 1С"<br>• Камера Альтами UCMOS03100KPA<br>Весы аналитические типа АДВ-200 2 кл.                                                                                                                          |                                                                                                                                                           |

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 11.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- интерактивные технологии;
- разбор конкретных ситуаций.

При преподавании дисциплины «Теория термической и химико-термической обработки», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

На лекциях, практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: электронная почта, SKYPE.

Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Промежуточная аттестация проводится в 5 семестре в форме зачета с учетом текущей успеваемости, в 6 семестре – в форме экзамена.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлен зачет (экзамен) по промежуточной аттестации. Студентам, активно участвующим в образовательном процессе и своевременно выполнившим все обязательные виды запланированных учебных занятий на оценку отлично, по решению преподавателя без прохождения промежуточной

аттестации выставляется зачет в соответствии со шкалой оценки результатов освоения дисциплины.

**Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

**Результат обучения считается несформированным**, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

## **11.2 Методические указания для занятий лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к лабораторным и практическим занятиям, к выполнению заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

## **11.3 Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах**

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

## **11.3 Методические указания по освоению дисциплины на практических работах**

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают основные разделы. Основной формой проведения практических занятий является написание докладов, а также решение кейс-задач в аудиторных условиях.

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины;
- умение решать ситуационные задачи.

#### **11.4 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 7 РПД.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

#### **11.5 Методические указания к выполнению курсовой работы**

В курсовой работе по дисциплине выполняется анализ и разработка термических операций в технологическом цикле изготовления различных изделий, которые индивидуально выдаются каждому студенту.

Целью выполнения курсовой работы являются закрепление теоретических знаний в области теории термической обработки, ХТО, ТМО, ТЦО.

В курсовой работе в соответствии с заданием, выданным каждому студенту, необходимо разработать схему технологического процесса изготовления изделия с учетом операций ТО, предложить несколько альтернативных видов и режимов термической обработки, выбрать оптимальный режим ТО, обеспечивающий долговечность и надежность изделия при заданных условиях эксплуатации.

Курсовая работа должна отразить следующие этапы выполнения индивидуального задания:

1.1 Назначение изделия

1.2 Анализ конфигурации (с точки зрения выполнения служебного назначения, сложности для термообработки).

1.3 Условия работы и факторы, их обеспечивающие.

1.4 Методы формообразования для данного изделия (литье, ковка, холодная пластическая деформация, механическая обработка), обоснование выбранного метода.

1.5 Обоснованный выбор марки стали(материала) из нескольких возможных с учетом способа изготовления и обеспечения требуемых свойств. Общая характеристика выбранной стали (материала)(по маркировке), структурный класс стали(классификация в отожженном и нормализованном состоянии). Справочные данные:

- химический состав;
- критические точки;
- диаграмма изотермического распада переохлажденного аустенита;
- технологические свойства и особенности стали (флокеночувствительность, склонность к отпускной хрупкости, росту зерна, обезуглероживанию и т.д.).

1.6 Технические требования по ГОСТу или ТУ (чертежу).

1.7 Схема технологического цикла изготовления от выплавки до готового изделия; продукция, получаемая на разных его этапах, и обоснование последовательности

отдельных операций. Назначение операций (литья, ОД, ХМО, ХПД) и обоснование их места в технологическом цикле, температурные интервалы горячих видов обработки.

1.8 Назначение, выбор из нескольких альтернативных с обоснованием, указание конкретного режима ПТО (с учетом критических точек, кривых изотермических превращений). Схема режима ТО и получаемую структуру.

Описать фазовые и структурные превращения при ПТО, принципы оценки качества металла после ПТО (требования к структуре и свойствам), возможные виды брака, причины и способы устранения.

1.9 То же для ОТО.

Структурными элементами курсовой работы являются:

- титульный лист;
- задание по аттестационной работе;
- реферат;
- содержание;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список использованной литературы;
- приложения.

Общий объем аттестационной работы с введением и заключением (без списка литературы и приложений) должен составлять от 30 до 45 машинописных страниц или текста компьютерной верстки (в дальнейшем — текста), включая иллюстрации и таблицы. Курсовая работа должна быть оформлена в соответствии с СТП НГТУ.

Курсовая работа должна обладать внутренним единством всех разделов и логикой изложения материалов.

## **12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**12.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости**

*Примеры типовых заданий:*

**Типовые задания к практическим (семинарским) занятиям**

**Занятие № 1 (2 часа)**

**Закалка цветных сплавов**

**Кейс-задачи**

1. Сплавы системы Al–Cu могут использоваться для изготовления штамповок и отливок. Чем будет отличаться режим закалки для таких сплавов?
2. Расклепывание заклепок из дуралюмина Д16 затруднено. Указать причину, если известно, что они изготовлены высадкой из закаленного прутка. Устранить дефект наиболее экономичным способом.
3. Перепутаны закаленные изделия из БрБ2 и БрАЖН10-4-4. Рассортировать их без разрушения и объяснить на чем основаны различия.

**Занятие № 2 (6 часов)**

**Закалка сталей и чугунов**

**Кейс-задачи**

1. После закалки деталь из стали 45 имеет пониженную твердость. Указать возможные причины этого и устранить брак.
2. После закалки деталь из стали У12 имеет пониженную твердость. Указать возможные причины этого и устранить брак.
3. После закалки стали У12 была обнаружена сетка цементита. Указать причину образования брака. Предложить способ исправления.

4. При определении прокаливаемости сталей 35Г2 и 35ХГС расстояние до зоны с полумартенситной структурой составило 6 мм для первой стали и возросло до 9 мм для второй. Указать причины большей прокаливаемости стали 35ХГС.
5. В экспериментальном определении прокаливаемости одной плавки заэвтектоидной стали 9ХС протяженность мартенситной зоны возросла с 25 до 28 мм в результате повышения температуры закали с 860 до 900 °С. Объяснить причины, по которым в результате повышения температуры закали возросла прокаливаемость.
6. Штампы сложной формы, особенно имеющие внутреннее отверстие, сильно деформируются при закалке. Рекомендовать температуру закали штампов из высокохромистой стали Х12Ф, при выполнении которой значительно уменьшается деформация. Указать структуру стали после закали и объяснить причины, способствующие уменьшению деформации.
7. Метчики, изготовленные из углеродистой стали с содержанием 1,1 % С, ломались в работе значительно раньше срока нормального затупления. Микроанализ стали показал наличие цементитной сетки в структуре. Объяснить причину появления и предложить меры по исправлению брака.
8. Назначить режим изотермической закали на нижний бейнит для проволоки и стержневой детали, полученной точением, из стали 65Г.

### **Занятие №3 (2 часа)**

#### **Выбор режима старения**

1. Нарисуйте кривую зависимости временного сопротивления разрыву сплава типа дуралюмин от температуры старения. Опираясь на эту зависимость, назначьте режим стабилизирующего старения.
2. Нарисуйте кривую зависимости твердости сплава типа дуралюмин от температуры старения. Опираясь на эту зависимость, назначьте режим кратковременного (неполного) старения.
3. Нарисуйте графики зависимости предела текучести сплава типа дуралюмин от длительности выдержки:
  - при естественном старении ( $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ );
  - искусственном старении на максимальную прочность ( $T = 190\text{ }^{\circ}\text{C}$ );
  - перестаривании ( $T = 220\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

#### **Кейс-задачи**

1. Согласно техническим условиям на сплав Д1, он должен иметь следующие механические свойства: временное сопротивление разрыву  $\sigma_b$  не менее 420 МПа и относительное удлинение  $\delta$  не менее 15 %. Однако фактически после закали и старения были получены значения:  $\sigma_b = 390$  МПа и  $\delta = 21\text{ }%$ . Какова причина брака и можно ли исправить такую продукцию?
2. После закали и старения партия прутков из дуралюмина марки Д16 имела значения временного сопротивления разрыву  $\sigma_b = 400$  МПа и относительное удлинение  $\delta = 10\text{ }%$ . Согласно техническим условиям они должны быть:  $\sigma_b \geq 460$  МПа и  $\delta \geq 8\text{ }%$ . Каковы возможные причины брака? Дайте необходимые пояснения.
3. Согласно техническим условиям на сплав Д1, он должен иметь временное сопротивление разрыву  $\sigma_b$  не менее 420 МПа, относительное удлинение  $\delta$  не менее 15 %. Однако фактически были получены после закали и старения следующие значения:  $\sigma_b = 320$  МПа,  $\delta = 2\text{ }%$ . Какова причина брака и можно ли исправить эту продукцию?



## **Занятие №4 (4 часа)**

### **Выбор режима отпуска**

#### **Кейс-задачи**

1. После закалки и отпуска деталь из стали 45 имеет пониженную твердость. Указать все возможные причины этого и исправить брак.
2. Деталь из стали 40Х после закалки и отпуска имеет пониженную ударную вязкость. Указать все возможные причины брака (не менее четырех), указать его структурные признаки и исправить брак.
3. Мерительная скоба из стали У10А должна иметь высокую твердость, износостойкость и стабильные размеры. Указать операцию ТО, обеспечивающую эти свойства.
4. После отпуска закаленных сталей 40 и 40Х при температуре 400 °С измерили твердость по Роквеллу. У какой стали твердость оказалась выше? Какова причина такой разницы в твердости этих сталей?
5. После отпуска стали марки 40Х при температуре 300 °С ударная вязкость оказалась в 2 раза ниже требуемых значений по техническим условиям на деталь; на поверхности разрушения ударных образцов обнаружен блестящий кристаллический излом. Какова причина этого вида брака? Как исправить эти изделия?
6. Предложите принципиально возможные способы предотвращения обратной отпускной хрупкости легированных сталей.

## **Занятие №5 (2 часа)**

### **Реализация процессов термомеханической обработки стареющих сплавов**

#### **Кейс-задача**

1. Крючки, поддерживающие нить накала в лампочках накаливания, изготовлены из технически чистого никеля. Назначьте технологию деформационно-термической обработки проволоки из технически чистого никеля, уменьшающую скорость ползучести. Как будет называться такая технология и какое явление структурообразования лежит в ее основе?
2. После закалки и старения прессованных полуфабрикатов из алюминиевых сплавов В95 предел текучести на 15–20 МПа более высокий, чем на полуфабрикатах этого же сплава после закалки и старения, но полученных методом горячей прокатки. Каковы причины этого явления? Как называется этот эффект?
3. Изделие из жаропрочного алюминиевого сплава типа АК4-1 (поршень) должно обладать малой скоростью ползучести. Возможности традиционной технологии использованы полностью. Назначьте способ деформационно-термической обработки для решения данной задачи. Какое явление лежит в ее основе?

## **Занятие №6 (2 часа)**

### **Реализация процессов термомеханической обработки сталей**

1. Заготовка из стали 38ХС после нагрева до 880 °С и выдержки при этой температуре охлаждена в щелочной ванне до температуры 400 °С и при этой температуре подвергнута прокатке со степенью 50 % с последующим охлаждением в масле. Как называется такая обработка и какие (предположительно) свойства будут получены? Каковы причины такого изменения свойств?
2. При ДТО стали 45 деформацию со степенью 50 % проводили при 850 °С с немедленным охлаждением в воде и низким отпуском. Получено временное сопротивление разрыву 2 500 МПа при относительном удлинении 8 %. Как называется такая обработка, каковы причины повышения механических свойств по сравнению с обычной термообработкой (закалка + отпуск)?

## **Занятие №7 (4 часа)**

### **Диффузионное насыщение металлами**

### Кейс-задача

1. При насыщении изделия из вещества А веществом В при температуре 0,5 Тпл получен слой 0,1 мм после выдержки 1 ч. Как изменить режим обработки для получения слоя глубиной 1,0 мм?
2. При насыщении изделия вещества А веществом В при температуре 0,95 Тпл получен слой глубиной 0,9 мм после выдержки 10 ч. Как изменить режим обработки для получения слоя 1,0–1,1 мм?
3. При цементации шестерни из стали 20Х получено крупнозернистое строение в сердцевине при глубине цементованного слоя 0,2 мм. Укажите, при каких температурах проводилась цементация и что необходимо провести для исправления полученного дефекта.
4. Назначьте режим азотирования стали 38ХМЮА для повышения износостойкости. Какова структура слоя после такого азотирования?

### Занятие №8 (4 часа)

#### Диффузионное насыщение неметаллами

### Кейс-задача

1. При алитировании стального изделия получен слой с повышенной хрупкостью поверхностной зоны. Каково строение этой зоны и как исправить этот дефект?
2. Техническими требованиями на изделие предусматривается получение твердости диффузионно-хромированного слоя выше 13 000 МПа. Какое изменение технологии диффузионного хромирования необходимо произвести для повышения твердости и износостойкости слоя?

### Занятие №9 (4 часа)

#### Выбор видов и параметров предварительной термической обработки

Используя диаграмму состояния обосновать возможность выполнения различных видов отжига доэвтектоидных, эвтектоидных, заэвтектоидных углеродистых и низколегированных сталей, сформулировать задачи, решаемые в результате реализации данных видов обработок. Выбрать и отметить на диаграмме температуры нагрева под осуществляемые виды обработки с указанием как происходит охлаждение, какие структурные изменения происходят при нагреве и охлаждении. Указать влияние легирующих элементов на температуры нагрева и скорость охлаждения при отжиге сталей, как при этом изменяются структура и свойства.

### Кейс-задачи

1. Фасонная отливка из стали 35Л имеет крупнозернистый излом и видманштеттову структуру. Указать ее структурные признаки, назначить режим для исправления дефекта. ( $A_{c1} = 727^{\circ}\text{C}$ ,  $A_{c3} = 810^{\circ}\text{C}$ ).
2. Прутки из сталей 40 и 40Х отожгли в одном садке по одному режиму с целью получения минимальной твердости. Достигнута ли цель? Почему? Как их наиболее быстро рассортировать? Как обеспечить получение минимальной твердости?
3. Температура конца прокатки трех партий стали 40 составляла  $830^{\circ}\text{C}$ ,  $740^{\circ}\text{C}$  и  $900^{\circ}\text{C}$ . Какая из них правильная и почему? Описать разницу в структуре проката этих партий. Подобрать режимы отжига для них. ( $A_{c3} = 800^{\circ}\text{C}$ ,  $A_{c1} = 730^{\circ}\text{C}$ ).
4. Процесс патентирования стальной проволоки и ленты обеспечивает получение предела прочности при растяжении 2 500–4 000 МПа. Приведите схему процесса на С-кривых и объясните причины получения таких характеристик стали. Какие возможны виды брака при патентировании и с нарушением каких технологических параметров они могут быть связаны.

### Занятие №10 (4 часа)

#### Выбор видов и параметров окончательной термической обработки

1. Используя диаграмму состояния обосновать возможность выполнения различных видов закалки доэвтектоидных, эвтектоидных, заэвтектоидных углеродистых и низколегированных сталей, сформулировать задачи, решаемые в результате реализации данных видов обработок. Выбрать и отметить на диаграмме температуры нагрева под осуществляемые виды обработки с указанием влияния легирующих элементов и скорости нагрева на выбор температурных режимов нагрева под закалку сталей, отметить, как происходит охлаждение, какие структурные изменения происходят при нагреве и охлаждении. Указать влияние легирующих элементов на скорость (среду) охлаждения при закалке сталей, как при этом изменяются структура и свойства.
2. Обосновать выбор температурных параметров отпуска сплавов различного химсостава в зависимости от требуемых структуры и свойств в конкретных условиях эксплуатации деталей, сформулировать задачи, решаемые в результате реализации различных видов отпуска. Указать, как происходит нагрев, выдержка и охлаждение, какие структурные изменения происходят при нагреве и охлаждении, как при этом изменяются структура и свойства.
3. Используя диаграммы состояния железо-углерод, железо-легирующий элемент обосновать возможность выполнения различных методов и выбор температурных параметров ХТО для повышения эксплуатационных показателей различных видов деталей с указанием, как происходит нагрев, выдержка и охлаждение, какие структурные изменения происходят при нагреве и охлаждении, как при этом изменяются структура и свойства.

## **12.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации**

### **Перечень вопросов для подготовки к зачету**

1. Классификация видов ТО по Бочвару.
2. Определение вида ТО по диаграмме состояния.
3. Гомогенизационный отжиг (назначение, механизм процесса, режим, виды).
4. Отжиг для снятия напряжений (назначение, механизм процесса, режим, виды).
5. Влияние ХПД на структуру и свойства металла
6. Процессы, протекающие при нагреве х/д металла.
7. Возврат 1-ого и 2-ого рода.
8. Рекристаллизация (первичная, собирательная, вторичная).
9. Изменение структуры и свойств при нагреве х/д металла.
10. Режимы рекристаллизационного отжига х/д металла.
11. Аустенитное превращение в стали при нагреве. Сущность, термодинамика и механизм.
12. Кинетика изотермического превращения П в А (ДИОА) и аустенитизация при непрерывном нагреве.
13. Роль зерна аустенита. Начальное, действительное, наследственное зерно. Наследственно мелко- и крупнозернистые стали. Факторы, определяющие величину зерна.
14. Роль действительного и наследственного зерна аустенита. Перегрев и пережог, способы их устранения. Структурная наследственность.
15. Диаграммы изотермического превращения аустенита при охлаждении (С-кривые), их построение и анализ. Факторы, влияющие на положение С-кривых.
16. Механизм перлитного превращения и его продукты, их структура и свойства. Факторы, определяющие структурные характеристики перлита.
17. Превращения в стали при непрерывном охлаждении из аустенитного состояния. Влияние скорости охлаждения на структуру. Особенности структурообразования в до- и заэвтектоидных сталях (квазиэвтектоид и псевдоперлит).

18. Мартенситное превращение, механизм, кинетика, свойства мартенсита. Стабилизация аустенита. Влияние пластической деформации на мартенситное превращение.
19. Бейнитное превращение. Механизм, кинетика, продукты превращения.
20. Превращения при отпуске закаленной стали. Четыре стадии отпуска. Структура и свойства отпущенной стали.
21. Отпускная хрупкость.
22. Влияние легирующих элементов на фазовые превращения в сталях
23. Классификация легированных сталей в отожженном и нормализованном состояниях.

#### **Перечень вопросов для подготовки к экзамену**

1. Классификация видов ТО (по Бочвару).
2. Рекристаллизационный отжиг.
3. Гомогенизационный отжиг.
4. Отжиг для снятия напряжений.
5. Способы исправления дефектов проката.
6. Исправление дефектов литой стали с помощью термической обработки.
7. Применение полного, неполного, изотермического отжигов при термической обработке инструментальных и конструкционных сталей.
8. Применение нормализации при термической обработке инструментальных и конструкционных сталей.
9. Сущность и применение полной, неполной, изотермической, ступенчатой закалок.
10. Виды, назначения, режимы отпусков стали.
11. Отпускная хрупкость 1-ого, 2-ого рода. Причины, способы устранения.
12. Предварительная ТО конструкционной стали: назначение, виды, режимы, фазовые превращения, структуры.
13. Окончательная ТО конструкционной стали: назначение, виды, режимы, фазовые превращения, структуры.
14. Предварительная ТО инструментальной стали: назначение, виды, режимы, фазовые превращения, структуры.
15. Окончательная ТО инструментальной стали: назначение, виды, режимы, фазовые превращения, структуры.
16. ХТО сталей (цементация, азотирование, нитроцементация).
17. Термическая обработка цементуемых, нитроцементуемых и азотируемых стальных изделий.
18. Диффузионная металлизация (алитирование, хромирование)
19. Диффузионная металлизация (силицирование, цинкование)
20. Принципы получения высокопрочных сталей и сплавов.
21. Определение термомеханической обработки (ТМО).
22. Изменения структуры и свойств металла при холодной пластической деформации (ХПД).
23. Процессы, протекающие при нагреве холоднодеформированного металла.
24. Изменения структуры и свойств металла при горячей пластической деформации (ГПД).
25. НТМО стареющих сплавов (схемы, принцип, получаемые свойства).
26. ВТМО стареющих сплавов (схемы, принцип, получаемые свойства).
27. НТМО сталей (схемы, принцип, получаемые свойства).
28. ВТМО сталей (схемы, принцип, получаемые свойства).
29. Применение и разновидности ТМО.
30. Истинная закалка, изменение свойств цветных сплавов после закалки без полиморфного превращения.
31. Старение, стадии старения (изменение свойств после старения на примере дуралюминов).

32. Процессы, протекающие при ТЦО.

33. Разновидности ТЦО, область их применения.

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института ИФХТиМ

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины**  
**Б1.В.ОД.2 «Теория термической и химико-термической обработки»**  
индекс по учебному плану, наименование

для подготовки магистров

Направление: 22.03.01 Материаловедение и технология материалов

Направленность: Материаловедение, технологии наноматериалов и композитов

Год начала подготовки: 2021

Курс 3; 5,6 семестр

а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 20\_\_ г. начала подготовки.

б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать на какой год начала подготовки):

- 1) .....
- 2) .....
- 3) .....

Разработчик (и): Чеэрова М.Н., к.т.н.  
(ФИО, ученая степень, ученое звание) «\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры МТМиТОМ  
\_\_\_\_\_ протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

Заведующий кафедрой

А.А. Хлыбов

**Лист актуализации принят на хранение:**

Заведующий выпускающей кафедрой МТМиТОМ \_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

Методический отдел УМУ: \_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.