

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 ИФХТиМ

Мацулевич Ж.В.
(подпись) (ф. и. о.)
“ 20 ” января 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ОД.8.3 Термическая и химико-термическая обработка металлов и сплавов
для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 22.03.02 Металлургия

Направленность: Процессы и агрегаты металлургии

Форма обучения: заочная

Год начала подготовки 2022, 2023, 2024, 2025

Выпускающая кафедра МТО

Кафедра-разработчик МТМиТОМ

Объем дисциплины 144/4
часов/з.е

Промежуточная аттестация зачет с оценкой

Разработчик: Ветрова Т.В., к.т.н., доцент

г. Нижний Новгород, 2025 г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 22.03.02 Металлургия, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 02.06.2020 № 702 на основании учебных планов принятых УМС НГТУ

протоколы №16 от 06.04.2023 г., № 21 от 18.05.2023 г., № 16 от 21.05.2024г., № 7 от 19.12.2024г

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Материаловедение, технологии материалов и термическая обработка металлов» (МТМиТОМ), протокол №13 от 23.12.2024г.

Зав. кафедрой МТМиТОМ д.т.н, профессор, _____Хлыбов А.А.

Программа рекомендована к утверждению Учебно-методическим советом Института физико-химических технологий и материаловедения (ИФХТиМ), от 20.01.2025 г. №5

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 22.03.02-о-38

Начальник МО _____ Е.Г. Севрюкова

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, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП ВО	6
5.	СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	8
6.	ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	11
7.	УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	14
8.	ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	15
9.	ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ.....	17
10.	МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	18
11.	МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	19
12.	ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН	20

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 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.8.3 «Термическая и химико-термическая обработка металлов и сплавов» 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 22.03.02 «Металлургия».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Теория термической и химико-термической обработки» являются «Введение в металлургические технологии», «Металловедение», «Общая химия».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин «Технологии обработки металлов и сплавов», «Теоретические основы производства металлопродукции».

Рабочая программа дисциплины «Термическая и химико-термическая обработка металлов и сплавов» 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: 22.03.02 «Металлургия» ПК-3(табл. 1).

Таблица 1 – Формирование компетенций по дисциплинам

Наименование дисциплин, формирующих Компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины				
	1	2	3	4	5
<i>Код компетенции ПК - 3</i>					
Основы информационных технологий в металлургии					*
Производство металлов и сплавов			*		
Литейное производство		*			
Термическая и химико-термическая обработка металлов и сплавов		*			
Технологии обработки металлов и сплавов				*	
Оборудование металлургических производств					*
Цифровые технологии производства литья					*
Технологическая (проектно-технологическая) практика				*	
Преддипломная практика					*
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы					*

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

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	
		Планируемые результаты обучения по дисциплине	Текущего контроля	Промежуточной аттестации		
ПК-3. Способен формировать предложения по улучшению деятельности производственных подразделений в рамках системы менеджмента качества	ИПК-3.1. Участвует в создании предложений по улучшению деятельности производственных подразделений в рамках системы менеджмента качества. ИПК-3.2. Формирует предложения по улучшению деятельности производственных подразделений в рамках системы менеджмента качества.	Освоение дисциплины причастно к ТФ А/01.4 (ПС 31.015) Знать: основы термической и химико-термической обработки металлов и сплавов.	Уметь: согласовывать предложения по внесению изменений в технологический процесс при термической и химико- термической обработке металлов и сплавов.	Владеть: навыками выбора и применения технологического оборудования для термической и химико- термической обработки металлов и сплавов.	Кейс-задачи	Вопросы для устного собеседования (21 вопрос)

Трудовая функция: ТФ А/01.4 (ПС 31.015)

Трудовые действия:

-разработка и внедрение мероприятий по совершенствованию технологической подготовки производства.

Трудовые умения:

-формировать свод данных по подразделениям о потребности в оборудовании, оснастке и инструменте;

-иницировать и согласовывать предложения по внесению изменений и дополнений в конструкторскую и технологическую документацию;

-применять информационные технологии;

-работать в команде.

Трудовые знания:

-основы логистики;

-технология изготовления изделия;

-технологическое оборудование и оснастка, применяемые в организации;

-специализированный программный продукт.

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач.ед. 144 часа, распределение часов по видам работ семестрам 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 семестрам 2 семестр
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	144	144
1. Контактная работа:	19	19
1.1.Аудиторная работа, в том числе:	15	15
занятия лекционного типа (Л)	5	5
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практик. занятия и др)	10	10
лабораторные работы (ЛР)	-	-
1.2.Внеаудиторная, в том числе	4	4
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
контактная работа на промежуточной аттестации (КРА)		
2. Самостоятельная работа (СРС)	121	121
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		
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.)	121	121
Подготовка к зачету с оценкой (контроль)	-	-

5.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС)				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
ПК-3, ИПК-3.1., ИПК-3.2.	Раздел 1 Теория фазовых превращений								
	Тема 1.1 Введение. Фазовые превращение в стали при нагреве (аустенитное).	0,5			10	Подготовка к ЛК [7.1.1, 7.1.2]	Лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 1.2 Построение и анализ диаграммы изотермического превращения переохлажденного аустенита (С-кривые): перлитное превращение.	0,75			10	Подготовка к ЛК [7.1.1, 7.1.2]	Лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 1.3 Бейнитное и мартенситное превращение. Превращения и их области на с-кривых.	0,5			5	Подготовка к ЛК [7.1.1, 7.1.2]	Лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 1.4 Превращения при отпуске.	0,25				Подготовка к ЛК [7.1.1, 7.1.2]	Лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Практическое занятие №1 Анализ с-кривых заданной марки стали			3	10				
	Итого по 1 разделу	2	3		35				
	Раздел 2 Отжиг								
	Тема 2.1 Классификация видов термической обработки. Отжиги 1 рода.	0,5			10	Подготовка к ЛК [7.1.1, 7.1.2]	Лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 2.2 Отжиг второго рода.	0,5			10	Подготовка к ЛК [7.1.2]	Лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Итого по 2 разделу	1			20				
	Раздел 3 Закалка								
	Тема 3.1 Закалка без полиморфного превращения. Закалка с полиморфным превращением	0,5			5	Подготовка к ЛК [7.1.1–7.1.3]	Лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии,		

						беседы	
	Итого по 3 разделу	0,5		5			
	Раздел 4 Старение и отпуск						
	Тема 4.1 Старение. Отпуск	0,25			5	Подготовка к ЛК [7.1.1-7.1.3]	Лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы
	Практическое занятие №2 Выбор режима закалки и старения для цветного сплава			2	10	Подготовка к ПЗ [7.1.2]	Кейс-задача
	Итого по 4 разделу	0,75		2	15		
	Раздел 5 Химико-термическая обработка (ХТО)						
	Тема 5.1 Разновидности видов ХТО.	1			10	Подготовка к ЛК [7.1.1]	Лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы
	Тема 5.2 Диффузионная металлизация и ее разновидности.	0,25			10		Кейс-задача
	Итого по 5 разделу	1,25			20		
	Раздел 6 Выбор видов и параметров ТО и ХТО						
	Практическое занятие №3 Выбор видов и параметров предварительной термической обработки			2	13	Подготовка к ПЗ [7.1.1, 7.3.4]	Кейс-задача
	Практическое занятие №4 Выбор видов и параметров окончательной термической обработки			3	13	Подготовка к ПЗ [7.1.1, 7.3.4]	Кейс-задача
	Итого по бразделу			5	26		
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	5		10	121		
	ИТОГО по дисциплине (в том числе не менее 20% с использованием интерактивных образовательных технологий)	5		10	121		

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 ХТО для различных сталей и сплавов;
- выбор видов и параметров предварительной (окончательной) термической обработки.

2. Типовые вопросы, выносимые на промежуточную аттестацию (зачет с оценкой)

1. Диаграмма изотермического превращения аустенита: перлитное превращение.
Продукты перлитного превращения.
2. Диаграмма изотермического превращения аустенита: бейнитное и мартенситное превращение.
3. Классификация видов ТО (по Бочвару).
4. Рекристаллизационный отжиг, параметры режима.
5. Гомогенизационный отжиг, параметры режима.
6. Отжиг для снятия напряжений.
7. Способы исправления дефектов проката.
8. Исправление дефектов литой стали с помощью термической обработки.
9. Применение полного, неполного, изотермического отжигов при термической обработке инструментальных и конструкционных сталей.
10. Применение нормализации при термической обработке инструментальных и конструкционных сталей.

6.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Таблица 5 - Шкала оценивания при текущем контроле (контрольные недели) и оценке выполнения практических работ

Шкала оценивания	Зачет с оценкой
85-100	Отлично
70-84	Хорошо
60-69	Удовлетворительно
0-59	Неудовлетворительно

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

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
ПК-3 Способен формировать предложения по улучшению деятельности производственных подразделений в рамках системы менеджмента качества	ИПК-3.1. Участвует в создании предложений по улучшению деятельности производственных подразделений в рамках системы менеджмента качества.	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-3.2. Формирует предложения по улучшению деятельности производственных подразделений в рамках системы менеджмента качества.	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.

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « отлично » 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» (хорошо)	оценку « хорошо » 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» (удовлетворительно)	оценку « удовлетворительно » 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» (неудовлетворительно)	оценку « неудовлетворительно » 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. : Интермет 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/
- 7.4.4. «Прогрессивные технологии и системы машиностроения». Сайт — <http://ptsm.donntu.org/>
- 7.4.5. Научный журнал «Молодой ученый». Сайт — 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 [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 – Загл. с экрана.
14. Портал «Металлург» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: 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	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/
4	TNT-ebook	https://www.tnt-ebook.ru/

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) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html
Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	OpenOffice (FreeWare) https://www.openoffice.org/ru/

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	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
2	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	http://www.ncva.ru
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 и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	1333(1) Лаборатория «Термической обработки металлов», г. Нижний Новгород, Минина, 24	<p>Оснащенность специализированной мебелью и техническими средствами:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Электропечь сопротивления камерная лабораторная СНОЛ-1,6,2,5,1/9-И4 • Микроскоп стереоскопический МБС-10. • Микроскоп МИМ-7 • Весы лабораторные аналитические модели ВЛА-200г-М • Прибор универсальный для измерения твердости металлов и сплавов ИТ5010 • Прибор для измерения твердости по методу Роквелла ТР 5006 • Прибор для измерения твердости по методу Роквелла ТК-2. • Партии – 11 шт. Стул – 22шт 	
2	1333(3) Лаборатория «Металлографических исследований», г. Нижний Новгород, Минина, 24	<p>Оснащенность специализированной мебелью и техническими средствами:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Микроскоп "Альтами МЕТ 1С" • Камера Альтами UCMOS03100KРА <p>Весы аналитические типа АДВ-200 2 кл.</p>	
3	6409 Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации); г. Нижний Новгород, Казанская ул., 12, корп.6	<ol style="list-style-type: none"> 1. Доска меловая; 2. Экран 3. Мультимедийный приносимый ProjektorMPT840 (переносной); 4. НоутбукSonyVaio: Intel Core2Duo@1.8Ghz;2Gb озу (переносной); 5. Стул – 24шт.; 6. Партии – 18 шт.; 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Windows Vista OEM Activation 2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); 3. Dr. Web (C/n 758S-TDJP-N7HB-ZH2F от 26.05.2025)

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 «Термическая и химико-термическая обработка металлов и сплавов», 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 с студентами, так и современных информационных технологий: электронная почта, SKYPE.

Инициируется 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 форме зачета с оценкой с учетом текущей успеваемости.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлен зачет с оценкой 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.

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 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 рекомендованной 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

12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН

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

Практическое занятие №1 Анализ с-кривых заданной марки стали

1. Привести данные по химическому составу и критическим точкам стали.
2. Привести графическое изображение ДИПА, если возможно, термокинетическую диаграмму стали.
3. Описать основные линии ДИПА.
4. Обозначить инкубационный период в сек. Объяснить влияние легирующих элементов на прокаливаемость.
5. Указать структурные области на ДИПА.
6. Нанести на ДИПА следующие скорости охлаждения от 900⁰C:
 - На воздухе (100 град/мин)
 - В воде (600 град/сек)
 - В масле (100 град/сек)
 - С печью (100 град/час)

7. Указать, какие структуры будут после указанных режимов охлаждения.

Практическое занятие №2 Выбор режима закалки и старения для цветного сплава

1. Используя марочник сплавов найти параметры режимы закалки заданного цветного сплава.

2. Нарисуйте кривую зависимости твердости сплава типа дуралюмин от температуры старения. Опираясь на эту зависимость, назначьте режим кратковременного (неполного) старения.

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 D16 затруднено. Указать причину, если известно, что они изготовлены высадкой из закаленного прутка. УстраниТЬ дефект наилучшим способом.
3. Перепутаны закаленные изделия из БрБ2 и БрАЖН10-4-4. Рассортировать их без разрушения и объяснить на чем основаны различия.
4. Согласно техническим условиям на сплав D1, он должен иметь следующие механические свойства: временное сопротивление разрыву σ_b не менее 420 МПа и относительное удлинение δ не менее 15 %. Однако фактически после закалки и старения были получены значения: $\sigma_b = 390$ МПа и $\delta = 21$ %. Какова причина брака и можно ли исправить такую продукцию?
5. После закалки и старения партия прутков из дуралюмина марки D16 имела значения временного сопротивления разрыву $\sigma_b = 400$ МПа и относительное удлинение $\delta = 10$ %. Согласно техническим условиям они должны быть: $\sigma_b \geq 460$ МПа и $\delta \geq 8$ %. Каковы возможные причины брака? Дайте необходимые пояснения.
6. Согласно техническим условиям на сплав D1, он должен иметь временное сопротивление разрыву σ_b не менее 420 МПа, относительное удлинение δ не менее 15 %. Однако фактически были получены после закалки и старения следующие значения: $\sigma_b = 320$ МПа, $\delta = 2$ %. Какова причина брака и можно ли исправить эту продукцию?

Практическое занятие №3 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. ($Ac_1 = 727^\circ\text{C}$, $Ac_3 = 810^\circ\text{C}$).
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 наилучше быстрорассортировать? Как обеспечить получение минимальной твердости?

3. Температура конца прокатки трех партий стали 40 составляла 830°C, 740°C и 900°C. Какая из них правильная и почему? Описать разницу в структуре проката этих партий. Подобрать режимы отжига для них. ($Ac_3 = 800°C$, $Ac_1 = 730°C$).
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.

Практическое занятие №3 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 XTO 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.

Кейс-задачи

1. После закалки деталь из стали 45 имеет пониженную твердость. Указать возможные причины этого и устраниТЬ брак. После закалки деталь из стали У12 имеет пониженную твердость. Указать возможные причины этого и устраниТЬ брак.
2. После закалки стали У12 была обнаружена сетка цементита. Указать причину образования брака. Предложить способ исправления.
3. 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.
4. В экспериментальном определении прокаливаемости одной плавки заэвтектоидной стали 9ХС протяженность мартенситной зоны возросла с 25 до 28 мм в результате повышения температуры закалки с 860 до 900 °C. Объяснить причины, но которым в результате повышения температуры закалки возросла прокаливаемость.
5. Штампы сложной формы, особенно имеющие внутреннее отверстие, сильно деформируются при закалке. Рекомендовать температуру закалки штампов из высокохромистой стали Х12Ф, при выполнении которой значительно уменьшается деформация. Указать структуру стали после закалки и объяснить причины, способ-

- ствующие уменьшению деформации.
6. 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.
 7. Назначить режим изотермической закалки на нижний бейнит для проволоки и стержневой детали, полученной точением, из стали 65Г.
 8. После закалки и отпуска деталь из стали 45 имеет пониженную твердость. Указать все возможные причины этого и исправить брак.
 9. 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.
 10. Мерительная скоба из стали У10А должна иметь высокую твердость, износостойкость и стабильные размеры. Указать операцию ТО, обеспечивающую эти свойства.
 11. 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?
 12. 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?

Кейс-задача - Диффузионное насыщение металлами

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?

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

Перечень вопросов для подготовки к дифференцированному зачету

1. Диаграмма изотермического превращения аустенита: перлитное превращение. Продукты перлитного превращения.
2. Диаграмма изотермического превращения аустенита: бейнитное и мартенситное превращение.
3. Классификация видов ТО (по Бочвару).
4. Рекристаллизационный отжиг х/д металла, параметры режима.
5. Возврат 1-ого и 2-ого рода. Рекристаллизация (первичная, собирательная, вторичная).
6. Гомогенизационный отжиг, параметры режима.
7. Отжиг для снятия напряжений.
8. Способы исправления дефектов проката.
9. Исправление дефектов литой стали с помощью термической обработки.
10. Применение полного, неполного, изотермического отжигов при термической

обработке инструментальных и конструкционных сталей.

11. Применение нормализации при термической обработке инструментальных и конструкционных сталей.
12. Сущность и применение полной, неполной, изотермической, ступенчатой закалок.
13. Виды, назначения, режимы отпусков стали.
14. Отпускная хрупкость 1-ого, 2-ого рода. Причины, способы устранения.
15. Предварительная ТО конструкционной стали: назначение, виды, режимы, фазовые превращения, структуры.
16. Окончательная ТО конструкционной стали: назначение, виды, режимы, фазовые превращения, структуры.
17. Предварительная ТО инструментальной стали: назначение, виды, режимы, фазовые превращения, структуры.
18. Окончательная ТО инструментальной стали: назначение, виды, режимы, фазовые превращения, структуры.
19. Закалка и старение цветных сплавов. Изменение свойств при закалке и старении цветного сплава.
20. ХТО сталей (цементация, азотирование, нитроцементация).
21. Термическая обработка цементуемых, нитроцементуемых и азотируемых стальных изделий.
22. Диффузионная металлизация (алитирование, хромирование).
23. Диффузионная металлизация (силицирование, цинкование).